

[IDS 1] JP Patent Publication (Kokai) No. 10-83460 A (1998)

Publication Date: March 31, 1998

[0198] In this embodiment, the data generation means 20 changes the parallax amount as shown in Figs. 20(a) and 20(b) based on the aforementioned instruction, using the distance between CL1 and CR1 in Fig. 14(a) or the distance between CL2 and CR2 in Fig. 14(b) as a critical parallax value.

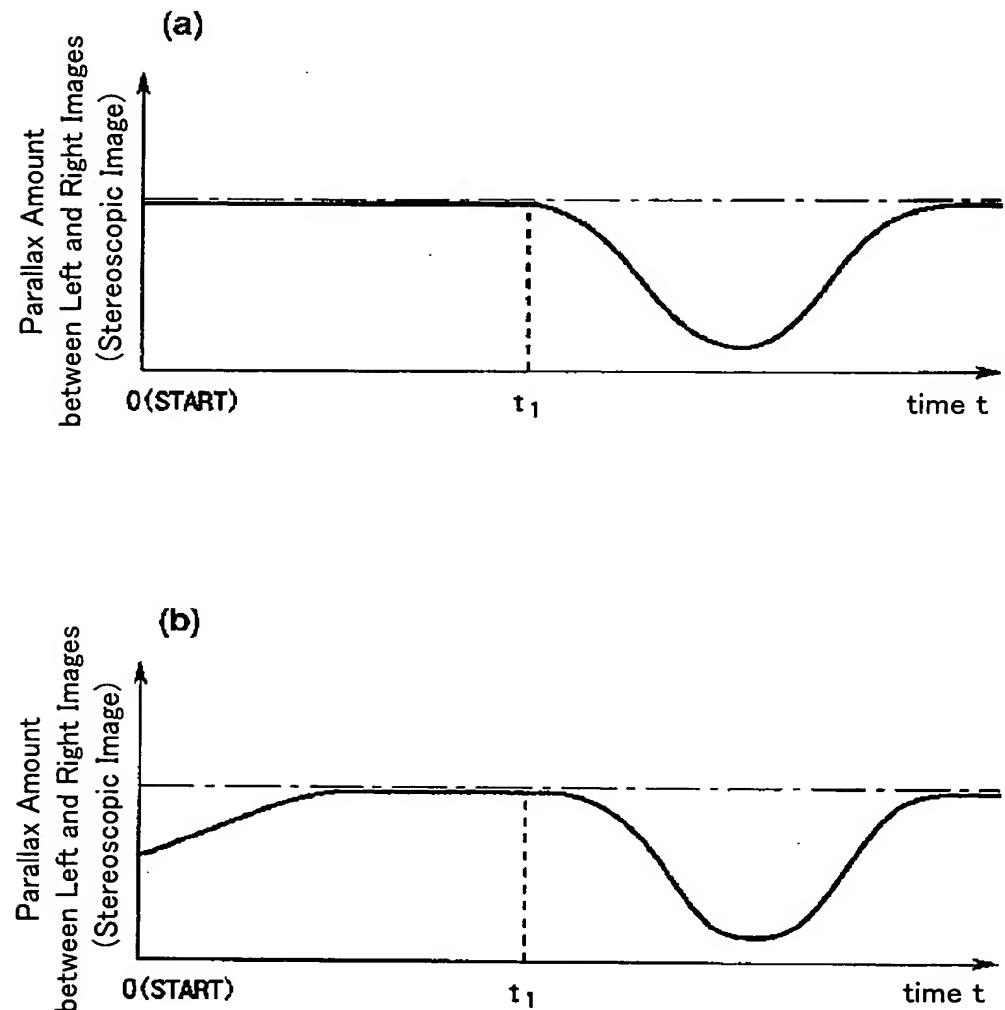
[0199] That is, as shown in Fig. 20(a), the parallax amount is the same level as the critical parallax value from the start of display till predetermined time t_1 (for example, 20 minutes) has passed. However, after the time t_1 has passed, the data generation means 20, based on an instruction from the parallax amount control means 22, moderately changes the parallax amount at regular intervals so as to weaken the stereoscopical effect.

[0200] Such a process can prevent a viewer from looking at an image with a strong stereoscopical effect for a long time. Therefore, eyestrain of the viewer can be reduced.

[0201] It is also possible to conduct a process as shown in Fig. 20(b). In this example, the parallax amount is set smaller than the critical value at the start of image display, providing a weak stereoscopical effect. Then, the parallax amount is gradually changed to be closer to the critical value over time.

[0202] That is, stereoscopic viewing can be realized by combining the right-eye image and left-eye image of humans. It is possible that one cannot combine the both images suitably or feels eye strain at the beginning of the process because he/she is not used to the way. However, such problems can be resolved with the process shown in Fig. 20(b).

[Fig. 20]



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-83460

(43)公開日 平成10年(1998)3月31日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 06 T 15/00			G 06 F 15/62	350V
G 06 F 3/14	310		3/14	310A
G 09 G 5/36	510		G 09 G 5/36	510V
H 04 N 13/04			H 04 N 13/04	

審査請求 未請求 請求項の数42 O.L (全 30 頁)

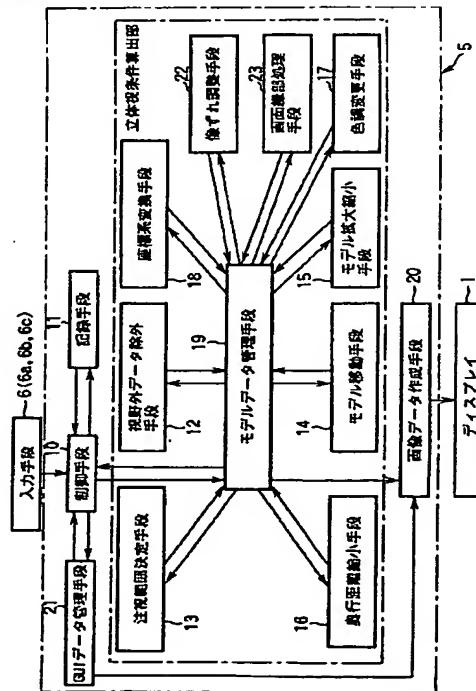
(21)出願番号	特願平9-171798	(71)出願人	000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(22)出願日	平成9年(1997)6月27日	(72)発明者	亀山 研一 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
(31)優先権主張番号	特願平8-167999	(74)代理人	弁理士 鈴江 武彦 (外6名)
(32)優先日	平8(1996)6月27日		
(33)優先権主張国	日本 (JP)		

(54)【発明の名称】 立体視システム、立体視方法、及び、異なる2つの視点から見た一対の画像を立体視可能に表示させるコンピュータプログラムを格納する記憶媒体

(57)【要約】

【解決課題】 使用者が感じる立体視画像に対する違和感および眼の疲れを低減することのできる立体視システムを提供する。

【解決手段】 モデルに対し観察者が注視する可能性の高い範囲を決定する注視範囲決定手段13と、前記モデルのデータを変更することによって、前記注視範囲決定手段13により決定された注視範囲が立体視容易領域内に入るように前記モデルをディスプレイ面と直交する方向に移動するモデル移動手段14と、このモデル移動手段14によって変更されたモデルのデータを変更することによって、前記モデル移動手段14により移動されたモデルの大きさを移動距離に対応して拡大縮小するモデル拡大縮小手段15と、前記モデル移動手段14により移動されるとともに前記モデル拡大縮小手段15により大きさが変更された後のモデルのデータに基づいて、表示される画像データを作成する画像データ作成手段20とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ディスプレイに、モデルを、互いに異なる2つの視点から見てなる一対の右眼用・左眼用画像を用いて、立体視可能に表示するための立体視システムにおいて、

モデルに対し観察者が注視する可能性の高い範囲を決定する注視範囲決定手段と、

前記モデルのデータを変更することによって、前記注視範囲決定手段により決定された注視範囲が立体視容易領域内に入るように前記モデルをディスプレイ面と直交する方向に移動するモデル移動手段と、

このモデル移動手段によって変更されたモデルのデータを変更することによって、前記モデル移動手段により移動されたモデルの大きさを移動距離に対応して拡大縮小するモデル拡大縮小手段と、

前記モデル移動手段により移動されるとともに前記モデル拡大縮小手段により大きさが変更された後のモデルのデータに基づいて、前記ディスプレイ上に表示される画像データを作成する画像データ作成手段と、
を備えることを特徴とする立体視システム。

【請求項2】 請求項1記載の立体視システムにおいて、

前記モデル移動手段により移動されたモデルのうちの少なくともその要部が立体視容易領域内に入るように視点から見た奥行き方向の縮尺を設定する奥行き距離縮小手段を更に備えることを特徴とする立体視システム。

【請求項3】 請求項1記載の立体視システムにおいて、

実際に表示された画像に対する視線および注視範囲を検出する視線・注視範囲検出手段を更に備え、
前記モデル移動手段は、前記視線・注視範囲検出手段により検出された注視範囲に基づいて前記モデルをディスプレイと直交する方向に移動することを特徴とする立体視システム。

【請求項4】 請求項1記載の立体視システムにおいて、

前記モデル移動手段は、

視点から見たモデルの配置条件が変化し、この変化に合わせてモデルを移動する場合、前記配置条件の変化が生じた時点から所定時間内、前記モデルの注視範囲の移動量を輻輳角に換算してほぼ1度以上になることを防止する手段を有することを特徴とする立体視システム。

【請求項5】 ディスプレイに、モデルを、互いに異なる2つの視点から見た一対の画像を用いて立体視可能に表示する立体視システムにおいて、

モデルに対し観察者が注視する可能性の高い部分を決定する注視範囲決定手段と、

前記注視範囲決定手段の出力に基づいて、モデルのデータの前記一対の左、右眼用画像上への透視変換方法を決定する透視変換決定手段と、

前記透視変換決定手段により決定された透視変換方法に基づいて前記ディスプレイ上に表示される画像データを作成する画像データ作成手段とを備えることを特徴とする立体視システム。

【請求項6】 請求項1、5記載の立体視システムにおいて、

前記注視範囲決定手段は、観察者の視点から見た前記モデルの配置条件、色調、明度、彩度、大きさ、複雑さ、移動速度のうちの全部または一部を考慮して、両眼の注視範囲を推定する手段を有することを特徴とする立体視システム。

【請求項7】 請求項1、5記載の立体視システムにおいて、

視野外に存在するモデルのデータを除外する視野外データ除外手段を更に備えることを特徴とする立体視システム。

【請求項8】 請求項7記載の立体視システムにおいて、

実際に表示された画像に対する視線および注視範囲を検出する視線・注視範囲検出手段を更に備え、

前記視野外データ除外手段は、前記視線・注視範囲検出手段により検出された視線に基づいて視野を算出し、視野外に存在するデータを除外することを特徴とする立体視システム。

【請求項9】 請求項1、5記載の立体視システムにおいて、

表示されるモデルの色調を、視点より奥行き方向に遠ざかるに従って背景色の色調に近づける色調変更手段を更に備えることを特徴とする立体視システム。

30 【請求項10】 請求項1、5記載の立体視システムにおいて、

前記画像データ作成手段は、ディスプレイ上に表示されるグラフィックユーザーインターフェースアイテムの立体視条件を定める機能を更に有していることを特徴とする立体視システム。

【請求項11】 請求項1、5記載の立体視システムにおいて、

前記モデルがディスプレイ画面端部に位置する場合、左右画像の縁部をぼかすぼかし手段を有することを特徴とする立体視システム。

【請求項12】 請求項1、5記載の立体視システムにおいて、

さらに、

立体視条件を変化させ立体視効果を弱めることで眼の疲れを軽減する手段を有することを特徴とする立体視システム。

【請求項13】 ディスプレイに、互いに異なる2つの視点から見た一対の画像を立体視可能に表示する立体視システムにおいて、

観察者が注視する可能性の高い画像部分を決定する注視

範囲決定手段と、

前記注視範囲決定手段の出力に基づいて、この注視範囲が立体視容易な領域になるような画像変換方法を決定する画像変換決定手段と、この画像変換決定手段の出力に基づいて前記ディスプレイ上に表示される画像データを作成する画像データ作成手段とを備えることを特徴とする立体視システム。

【請求項14】 ディスプレイに、モデルを互いに異なる2つの視点から見た一対の画像を立体視可能に表示する立体視方法において、

モデルに対し観察者が注視する可能性の高い範囲を決定する注視範囲決定ステップと、

前記モデルのデータを変更することによって、前記注視範囲決定手段により決定された注視範囲が立体視容易領域内に入るよう前記モデルをディスプレイ面と直交する方向に移動するモデル移動ステップと、このモデル移動手段によって変更されたモデルのデータを変更することによって、前記モデル移動手段により移動されたモデルの大きさを移動距離に対応して拡大縮小するモデル拡大縮小ステップと、前記モデル移動手段により移動されるとともに前記モデル拡大縮小手段により大きさが変更された後のモデルのデータに基づいて、前記ディスプレイ上に表示される画像データを作成する画像データ作成ステップと、を備えることを特徴とする立体視方法。

【請求項15】 請求項14記載の立体視方法において、

前記モデル移動ステップにより移動されたモデルのうちの少なくともその要部が立体視容易領域内に入るよう視点から見た奥行き距離の縮尺を設定する奥行き距離縮小ステップを更に備えることを特徴とする立体視方法。

【請求項16】 請求項14記載の立体視方法において、

実際に表示された画像に対する視線および注視範囲を検出する視線・注視範囲検出ステップを更に備え、前記モデル移動ステップは、前記視線・注視範囲検出ステップにより検出された注視範囲に基づいて前記モデルをディスプレイと直交する方向に移動することを特徴とする立体視方法。

【請求項17】 請求項14記載の立体視方法において、

前記モデル移動ステップは、視点から見たモデルの3次元空間内への配置条件が変化し、この変化に合わせてモデルを移動する場合、前記配置条件の変化が生じた時点から所定時間内、前記モデルの注視範囲の移動量を輻輳角に換算してほぼ1度以上になることを防止するステップを有することを特徴とする立体視方法。

【請求項18】 ディスプレイに、モデルを、互いに異なる2つの視点から見た一対の画像を用いて立体視可能

に表示する立体視方法において、以下のステップを有する：モデルに対し観察者が注視する可能性の高い部分を決定する注視範囲決定ステップと、

前記注視範囲決定ステップの出力に基づいて、モデルのデータの前記一対の左、右眼用画像上への透視変換方法を決定する透視変換決定ステップと、

前記透視変換決定ステップにより決定された透視変換方法に基づいて前記ディスプレイ上に表示される画像データを作成する画像データ作成ステップとを備えることを特徴とする立体視方法。

【請求項19】 請求項14、18記載の立体視方法において、

前記注視範囲決定ステップは、観察者の視点から見た前記モデルの配置条件、色調、明度、彩度、大きさ、複雑さ、移動速度のうちの全部または一部を考慮して、両眼の注視範囲を推定するステップを有することを特徴とする立体視方法。

【請求項20】 請求項14、18記載の立体視方法において、

視野外に存在するモデルのデータを除外する視野外データ除外ステップを更に備えることを特徴とする立体視方法。

【請求項21】 請求項20記載の立体視方法において、

実際に表示された画像に対する視線および注視範囲を検出する視線・注視範囲検出ステップを更に備え、前記視野外データ除外ステップは、前記視線・注視範囲検出ステップにより検出された視線に基づいて視野を算出し、視野外に存在するデータを除外することを特徴とする立体視方法。

【請求項22】 請求項14、18記載の立体視方法において、表示されるモデルの色調を、視点より奥行き方向に遠ざかるに従って背景色の色調に近づける色調変更ステップを更に備えることを特徴とする立体視方法。

【請求項23】 請求項14、18記載の立体視方法において、

前記画像データ作成ステップは、ディスプレイ上に表示されるグラフィックユーザーインターフェースアイテムの立体視条件を定めるステップを有することを特徴とする立体視方法。

【請求項24】 請求項14、18記載の立体視システムにおいて、

前記モデルがディスプレイ画面端部に位置する場合、左右画像の縁部をぼかすぼかしステップを有することを特徴とする立体視方法。

【請求項25】 請求項14、18記載の立体視システムにおいて、

さらに、立体視条件を変化させ立体視効果を弱めることで眼の疲

れを軽減するステップを有することを特徴とする立体視方法。

【請求項26】 ディスプレイに、互いに異なる2つの視点から見た一対の画像を立体視可能に表示する立体視方法において、観察者が注視する可能性の高い画像部分を決定する注視範囲決定ステップと、

前記注視範囲決定ステップの出力に基づいて、この注視範囲が立体視容易な領域になるような画像変換方法を決定する画像変換決定ステップと、

この画像変換決定ステップの出力に基づいて前記ディスプレイ上に表示される画像データを作成する画像データ作成ステップとを備えることを特徴とする立体視方法。

【請求項27】 コンピュータシステムに、ディスプレイ上に、モデルを互いに異なる2つの視点から見た一対の画像を立体視可能に表示させるコンピュータプログラムを格納する記憶媒体において、

前記コンピュータシステムに、観察者が注視する可能性の高い範囲を決定する指令を与える注視範囲決定指令手段と、

コンピュータシステムに、前記モデルのデータを変更することによって、前記注視範囲決定指令手段により決定された注視範囲が立体視容易領域内に入るように前記モデルをディスプレイ面と直交する方向に移動させる指令を与えるモデル移動指令手段と、

コンピュータシステムに、このモデル移動手段によって変更されたモデルのデータを変更することによって、前記モデル移動手段により移動されたモデルの大きさを移動距離に対応して変化させる指令を与えるモデル拡大縮小指令手段と、

コンピュータシステムに、前記モデル移動手段により移動されるとともに前記モデル拡大縮小手段により大きさが変更された後のモデルのデータに基づいて、前記ディスプレイ上に表示される画像データを作成する指令を与える画像データ作成指令手段と、

を備えることを特徴とする記憶媒体。

【請求項28】 請求項27記載の記憶媒体において、前記コンピュータシステムに、前記モデル移動指令手段の指令に基づいて移動されたモデルのうちの少なくともその要部が立体視容易領域内に入るように視点から見た奥行き方向の縮尺を設定する指令を与える奥行き距離縮小指令手段を更に備えることを特徴とする記憶媒体。

【請求項29】 請求項27記載の記憶媒体において、コンピュータシステムに、実際に表示された画像に対する視線および注視範囲を検出する指令を与える視線・注視範囲検出指令手段を更に備え、

前記モデル移動指令手段は、前記コンピュータシステムに、前記視線・注視範囲検出指令手段の指令に基づいて検出された注視範囲に基づいて前記モデルをディスプレイと直交する方向に移動する指令を与えることを特徴と

する記憶媒体。

【請求項30】 請求項27記載の記憶媒体において、前記モデル移動指令手段は、

前記コンピュータシステムに、視点から見たモデルの3次元空間内への配置条件が変化し、この変化に合わせてモデルを移動する場合、前記配置条件の変化が生じた時点から所定時間内、前記モデルの注視範囲の移動量を輻輳角に換算してほぼ1度以上になることを防止する指令を与える手段を有することを特徴とする記憶媒体。

10 【請求項31】 コンピュータシステムに、ディスプレイ上に、モデルを、互いに異なる2つの視点から見た一対の画像を用いて立体視可能に表示させるコンピュータプログラムを格納する記憶媒体において、

コンピュータシステムに、モデルに対し観察者が注視する可能性の高い部分を決定する指令を与える注視範囲決定指令手段と、

コンピュータシステムに、前記注視範囲決定指令に基づく出力に基づいて、モデルのデータの前記一対の左、右眼用画像上への透視変換方法を決定する指令を与える透

20 視変換決定指令手段と、

コンピュータシステムに、前記透視変換決定指令に基づいて決定された透視変換方法に基づいて前記ディスプレイ上に表示される画像データを作成する指令を与える画像データ作成指令手段とを備えることを特徴とする記憶媒体。

【請求項32】 請求項27、31記載の記憶媒体において、

前記注視範囲決定指令手段は、コンピュータシステムに、観察者の視点から見た前記モデルの配置条件、色調、明度、彩度、大きさ、複雑さ、移動速度のうちの全部または一部を考慮して、両眼の注視範囲を推定させる指令を与える手段を有することを特徴とする記憶媒体。

30 【請求項33】 請求項27、31記載の記憶媒体において、

コンピュータシステムに、視野外に存在するモデルのデータを除外する指令を与える視野外データ除外指令手段を更に備えることを特徴とする記憶媒体。

【請求項34】 請求項27、31記載の記憶媒体において、

40 前記コンピュータシステムに、実際に表示された画像に対する視線および注視範囲を検出する指令を与える視線・注視範囲検出指令手段を更に備え、

前記視野外データ除外指令手段は、前記コンピュータシステムに、前記視線・注視範囲検出指令手段の指令に基づいて検出された視線に基づいて視野を算出し、視野外に存在するデータを除外する指令を与えることを特徴とする記憶媒体。

【請求項35】 請求項27、31記載の記憶媒体において、

50 前記コンピュータシステムに、表示されるモデルの色調

7
を、視点より奥行き方向に遠ざかるに従って背景色の色調に近づける指令を与える色調変更指令手段を更に備えることを特徴とする記憶媒体。

【請求項36】 請求項27、31記載の記憶媒体において、

前記画像データ作成指令手段は、前記コンピュータシステムに、ディスプレイ上に表示されるグラフィックユーザーインターフェースアイテムの立体視条件を定める指令を与える手段を有していることを特徴とする記憶媒体。

【請求項37】 請求項27、31記載の記憶媒体において、

前記コンピュータシステムに、前記モデルがディスプレイ画面端部に位置する場合左右画像の縁部をぼかす処理を行わせる指令手段を有することを特徴とする記憶媒体。

【請求項38】 請求項27、31記載の記憶媒体において、

さらに、前記コンピュータシステムに、立体視条件を変化させ立体視効果を弱めることで眼の疲れを軽減させる処理を行わせる指令手段を有することを特徴とする記憶媒体。

【請求項39】 コンピュータシステムに、ディスプレイ上に、互いに異なる2つの視点から見た一対の画像を立体視可能に表示させるコンピュータプログラムを格納する記憶媒体において、

前記コンピュータシステムに、観察者が注視する可能性の高い画像部分を決定する指令を与える注視範囲決定指令手段と、

コンピュータシステムに、前記注視範囲決定指令に基づく出力に基づいて、この注視範囲が立体視容易な領域になるような画像変換方法を決定する指令を与える画像変換決定指令手段と、

コンピュータシステムに、この画像変換決定手段の出力に基づいて前記ディスプレイ上に表示される画像データを作成する指令を与える画像データ作成指令手段とを備えることを特徴とする記憶媒体。

【請求項40】 画像データを記憶した記憶媒体であって、

前記左眼用と右眼用の画像をディスプレイに表示し、これらの画像を左眼および右眼で独立して眺めることで、立体視を行わせるシステムに適用される記憶媒体において、

前記記憶媒体には、

場面毎に、その画像中の注視範囲を立体視容易領域に位置させるための画像変換方法を格納する格納部を有することを特徴とする記憶媒体。

【請求項41】 請求項40記載の記憶媒体を製造する記憶媒体製造システムであって、

画像データのうち、観察者が注視する可能性の高い画像

10
部分を決定する注視範囲決定手段と、

前記注視範囲決定手段の出力に基づいて、この注視範囲が立体視容易な領域になるような画像変換方法を決定する画像変換決定手段と、この画像変換方法を前記画像データと共に前記記憶媒体に記載する手段とを有することを特徴とする記憶媒体製造装置。

【請求項42】 請求項40記載の記憶媒体を用いて、ディスプレイ上に表示する画像データを生成する立体視システムにおいて、

記憶媒体に格納された画像データを、この記憶媒体に格納された前記画像データ変換方法に基づいて処理し、ディスプレイ上に表示する一対の左眼用・右眼用画像を生成する手段を有することを特徴とする立体視システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は両眼立体視システムに係り、とりわけディスプレイに表示される場面の変化に合わせて自動的に立体視条件を変化させることによりユーザーの疲労を低減させることができる立体視システム及び立体視方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来から、ディスプレイ面、すなわち2次元の面上に、所定のずれ量（両眼視差）を与えた左眼用の画像と右眼用の画像とを表示し、これら両画像を融合させることにより立体視を行う両眼立体視システムが知られている。このような両眼立体視システムにおいては、調節と輻輳の矛盾という本質的な問題がある。すなわち、実際に画像が表示されているのはディスプレイ面上であるため、眼のピント（調節位置）は常時ディスプレイ面に合っているが、輻輳眼球運動により定まる注視点の位置は、ディスプレイ面上に表示される左眼用画像と右眼用画像のずれ量により定まるため、ディスプレイ面上に位置しない場合がほとんどである。

【0003】 このように調節と輻輳の矛盾がある場合において、矛盾の量が小さい場合は、人間は左眼用画像と右眼用画像を融合させる能力をもっており、立体視を行うことができる。しかし、矛盾の量が大きくなってくると、人間は左眼用画像と右眼用画像を融合させることができなくなるか、融合させることができた場合でも眼の疲労が大きくなり、立体視を行うことが不可能または困難となってくる。

【0004】 このため、従来、システムのユーザがトライアンドエラーにより見やすいように立体視条件を調整する必要があった。また、静止画像の場合にはこの作業は比較的容易であるが、動画の場合には、撮影対象によって視聴者の注視点の位置が変化するため、場面によって立体視条件を設定し直さなければならならず、非常に面倒な作業を強いられることになる。従って動画の場合には、再生中の立体視条件の変更は行われていないとい

50

うのが実状である。

【0005】また、このような立体視システムのディスプレイには、文字情報、メニュー、ボタン等のグラフィックユーザーインターフェースアイテムが表示される場合が多い。しかしながら、このグラフィックユーザーインターフェースアイテムについては、立体視表示画像の立体視処理に合わせた処理がなされていないためユーザは、画面に違和感を感じることが多い。

【0006】一方、近年、DVD等の普及によって、システムのユーザが自分の見たい角度から画像を眺められる機能を備えたシステムが実現されている。このような画像表示システムについても、より効果的な立体視効果を持たせるためのシステムが望まれているが、このためにも、前記のような問題点を解決することが強く望まれている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、このようなことを考慮してなされたものであり、場面の変化に合わせて立体視条件を自動的に決定する機能を実現することにより、システムのユーザに繁雑な操作を要求せず、かつ使用者の目に疲労感を与えない立体視システム及び立体視方法を提供することを目的とする。

【0008】また、本発明の別の目的は、モデルと同時に表示されるグラフィックユーザーインターフェースアイテムについてもモデルに対して違和感のないように表示することができる機能を実現し、使用者の疲労感を与えない立体視システム及び立体視方法を提供することにある。

【0009】さらなる別の目的は、場面に合わせて立体視条件を変更させるための情報の生成方法、及びその生成方法により作成された情報を前記右眼画像情報と左眼用画像情報と共に格納したDVD等の記録媒体を提供し、さらには、この記録媒体の製造装置及び再生装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】以上のような目的を達成するため、請求項1記載の発明は、ディスプレイに、モデルを、互いに異なる2つの視点から見てなる一対の右眼用・左眼用画像を用いて、立体視可能に表示するための立体視システムにおいて、モデルに対し観察者が注視する可能性の高い範囲を決定する注視範囲決定手段と、前記モデルのデータを変更することによって、前記注視範囲決定手段により決定された注視範囲が立体視容易領域内に入るように前記モデルをディスプレイ面と直交する方向に移動するモデル移動手段と、このモデル移動手段によって変更されたモデルのデータを変更することによって、前記モデル移動手段により移動されたモデルの大きさを移動距離に対応して拡大縮小するモデル拡大縮小手段と、前記モデル移動手段により移動されるとともに前記モデル拡大縮小手段により大きさが変更された後

のモデルのデータに基づいて、前記ディスプレイ上に表示される画像データを作成する画像データ作成手段とを備えるものである。

【0011】請求項1記載の発明によれば、注視範囲決定手段により注視範囲が推定され、この注視範囲が立体視容易領域内に入るようにモデルが奥行き方向に移動される。次いで、モデル拡大縮小手段によりモデルの大きさが移動距離に対応して変化させられる。このようにして改変されたモデルのデータは画像データ作成手段に送られ、画像データ作成手段はディスプレイ上に表示される画像データを作成する。

【0012】請求項1記載の立体視システムは、前記モデル移動手段により移動されたモデルのうちの少なくともその要部が立体視容易領域内に入るように視点から見た奥行き方向の縮尺を設定する奥行き距離縮小手段を更に備えることが好ましい。

【0013】請求項1記載の立体視システムは、実際に表示された画像に対する視線および注視範囲を検出する視線・注視範囲検出手段を更に備え、前記モデル移動手段は、前記視線・注視範囲検出手段により検出された注視範囲に基づいて前記モデルをディスプレイと直交する方向に移動することが好ましい。

【0014】請求項1記載の立体視システムの前記モデル移動手段は、視点から見たモデルの配置条件が変化し、この変化に合わせてモデルを移動する場合、前記配置条件の変化が生じた時点から所定時間内、前記モデルの注視範囲の移動量を輻輳角に換算してほぼ1度以上になることを防止する手段を有することが好ましい。

【0015】請求項5記載の発明は、ディスプレイに、モデルを、互いに異なる2つの視点から見た一対の画像を用いて立体視可能に表示する立体視システムにおいて、モデルに対し観察者が注視する可能性の高い部分を決定する注視範囲決定手段と、前記注視範囲決定手段の出力に基づいて、モデルのデータの前記一対の左、右眼用画像上への透視変換方法を決定する透視変換決定手段と、前記透視変換決定手段により決定された透視変換方法に基づいて前記ディスプレイ上に表示される画像データを作成する画像データ作成手段とを備えるものである。

【0016】このような構成によれば、請求項1の発明のように実際にモデルを移動及び拡大・縮小することなく、透視変換の手法により立体視容易な画像データを生成することができる。

【0017】請求項5記載の立体視システムの前記透視変換決定手段は、前記注視範囲決定手段により決定された前記注視範囲像の前記一対の画像中での基準位置からのずれが視野角にして2度以内になるような透視変換方法を決定することが好ましい。

【0018】請求項5記載の立体視システムは、視点から見たモデルの配置条件が変化した場合、前記透視変換

11
作成手段により作成された透視変換方法を用いて前記画像データ作成手段により作成された画像のいずれの変化量が輻輳角に換算してほぼ1度以上とすることを防止する機能を更に有することが好ましい。

【0019】請求項1、5記載の立体視システムは、前記注視範囲決定手段は、観察者の視点から見た前記モデルの配置条件、色調、明度、彩度、大きさ、複雑さ、移動速度のうちの全部または一部を考慮して、両眼の注視範囲を推定する手段を有することが好ましい。

【0020】請求項1、5記載の立体視システムは、視野外に存在するモデルのデータを除外する視野外データ除外手段を更に備えることが好ましい。

【0021】請求項7記載の立体視システムは、実際に表示された画像に対する視線および注視範囲を検出する視線・注視範囲検出手段を更に備え、前記視野外データ除外手段は、前記視線・注視範囲検出手段により検出された視線に基づいて視野を算出し、視野外に存在するデータを除外することが好ましい。

【0022】請求項1、5記載の立体視システムは、表示されるモデルの色調を、視点より奥行き方向に遠ざかるに従って背景色の色調に近づける色調変更手段を更に備えることが好ましい。

【0023】請求項1、5記載の立体視システムの前記画像データ作成手段は、ディスプレイ上に表示されるグラフィックユーザーインターフェースアイテムの立体視条件を定める機能を更に有していることが好ましい。

【0024】請求項1、5記載の立体視システムは、前記モデルがディスプレイ画面端部に位置する場合、左右画像の縁部をぼかすぼかし手段を有していることが好ましい。

【0025】請求項1、5記載の立体視システムは、さらに、立体視条件を変化させ立体視効果を弱めることで眼の疲れを軽減する手段を有していることが好ましい。

【0026】請求項13記載の発明は、ディスプレイに、互いに異なる2つの視点から見た一対の画像を立体視可能に表示する立体視システムにおいて、観察者が注視する可能性の高い画像部分を決定する注視範囲決定手段と、前記注視範囲決定手段の出力に基づいて、この注視範囲が立体視容易な領域になるような画像変換方法を決定する画像変換決定手段と、この画像変換決定手段の出力に基づいて前記ディスプレイ上に表示される画像データを作成する画像データ作成手段とを備えるものである。

【0027】このような構成によれば、実写画像を立体視する場合にも適用でき、この実写画像について立体視容易な画像データを生成することができる。

【0028】請求項13記載の立体視システムの前記注視範囲決定手段は、画素または画像領域の画面中での位置、色調、明度、彩度、大きさ、複雑さ、動きのうちの全部または一部を考慮することにより、観察者が注視す

る可能性の高い画像部分を少なくとも一つ以上推定する機能を有することが好ましい。

【0029】請求項13記載の立体視システムの前記画像変換決定手段は、前記注視部決定手段により決定された注視範囲内の基準点の左右画像間でのずれが、視野角にして2度以内になるように変換方法を決定することが好ましい。

【0030】請求項13記載の立体視システムの前記注視範囲決定手段は、実際に表示された画像に対する視線および注視範囲を検出する視線・注視範囲検出手段により構成されることが好ましい。

【0031】請求項13記載の立体視システムは、表示される画像の明度、色調を、前記注視部分以外の部分で視認性が低くなるように変更する手段を有することが好ましい。

【0032】請求項13記載の立体視システムは、前記一対の画像の各画素または画像領域の左右像間でのずれ量が、所定時間内に輻輳角に換算してほぼ1度以上変化することを防止する手段を有することが好ましい。

【0033】請求項13記載の立体視システムの前記画像データ作成手段は、ディスプレイ上に表示されるグラフィックユーザーインターフェースアイテムの立体視条件を定める機能を更に有していることが好ましい。

【0034】請求項14記載の発明は、ディスプレイに、モデルを互いに異なる2つの視点から見た一対の画像を立体視可能に表示する立体視方法において、モデルに対し観察者が注視する可能性の高い範囲を決定する注視範囲決定ステップと、前記モデルのデータを変更することによって、前記注視範囲決定手段により決定された注視範囲が立体視容易領域内に入るように前記モデルを

ディスプレイ面と直交する方向に移動するモデル移動ステップと、このモデル移動手段によって変更されたモデルのデータを変更することによって、前記モデル移動手段により移動されたモデルの大きさを移動距離に対応して拡大縮小するモデル拡大縮小ステップと、前記モデル移動手段により移動されるとともに前記モデル拡大縮小手段により大きさが変更された後のモデルのデータに基づいて、前記ディスプレイ上に表示される画像データを作成する画像データ作成ステップとを備えるものである。

【0035】請求項14記載の発明によれば、注視範囲決定ステップにより注視範囲が推定され、この注視範囲が立体視容易領域内に入るようにモデルが奥行き方向に移動される。次いで、モデル拡大縮小ステップによりモデルの大きさが移動距離に対応して変化させられる。このようにして変更されたモデルのデータは画像データ作成ステップに送られ、画像データ作成ステップでは、ディスプレイ上に表示される画像データを作成する。

【0036】請求項14記載の立体視方法は、前記モデル移動ステップにより移動されたモデルのうちの少なく

ともその要部が立体視容易領域内に入るように視点から見た奥行き距離の縮尺を設定する奥行き距離縮小ステップを更に備えることが好ましい。

【0037】請求項14記載の立体視方法は、実際に表示された画像に対する視線および注視範囲を検出する視線・注視範囲検出ステップを更に備え、前記モデル移動ステップは、前記視線・注視範囲検出ステップにより検出された注視範囲に基づいて前記モデルをディスプレイと直交する方向に移動することが好ましい。

【0038】請求項14記載の立体視方法の前記モデル移動ステップは、視点から見たモデルの3次元空間内への配置条件が変化し、この変化に合わせてモデルを移動する場合、前記配置条件の変化が生じた時点から所定時間内、前記モデルの注視範囲の移動量を輻輳角に換算してほぼ1度以上になることを防止するステップを有することが好ましい。

【0039】請求項18記載の発明は、ディスプレイに、モデルを、互いに異なる2つの視点から見た一対の画像を用いて立体視可能に表示する立体視方法において、モデルに対し観察者が注視する可能性の高い部分を決定する注視範囲決定ステップと、前記注視範囲決定ステップの出力に基づいて、モデルのデータの前記一対の左、右眼用画像上への透視変換方法を決定する透視変換決定ステップと、前記透視変換決定ステップにより決定された透視変換方法に基づいて前記ディスプレイ上に表示される画像データを作成する画像データ作成ステップとを備えるものである。

【0040】このような構成によれば、請求項12の発明のように実際にモデルを移動及び拡大・縮小することなく、透視変換の手法により立体視容易な画像データを生成することができる。

【0041】請求項18記載の立体視方法の前記透視変換決定ステップは、前記注視範囲決定ステップにより決定された前記注視範囲像の前記一対の画像中の基準位置からのずれが視野角にして2度以内になるような透視変換方法を決定することが好ましい。

【0042】請求項18記載の立体視方法は、視点から見たモデルの配置条件が変化した場合、前記透視変換作成ステップにより作成された透視変換方法を用いて前記画像データ作成ステップにより作成された画像のずれの変化量が輻輳角に換算してほぼ1度以上とすることを防止するステップを有することが好ましい。

【0043】請求項14、18記載の立体視方法の前記注視範囲決定ステップは、観察者の視点から見た前記モデルの配置条件、色調、明度、彩度、大きさ、複雑さ、移動速度のうちの全部または一部を考慮して、両眼の注視範囲を推定するステップを有することが好ましい。

【0044】請求項14、18記載の立体視方法は、視野外に存在するモデルのデータを除外する視野外データ除外ステップを更に備えることが好ましい。この場合、

実際に表示された画像に対する視線および注視範囲を検出する視線・注視範囲検出ステップを更に備え、前記視野外データ除外ステップは、前記視線・注視範囲検出ステップにより検出された視線に基づいて視野を算出し、視野外に存在するデータを除外することが好ましい。

【0045】請求項14、18記載の立体視方法は、表示されるモデルの色調を、視点より奥行き方向に遠ざかるに従って背景色の色調に近づける色調変更ステップを更に備えることが好ましい。

10 【0046】請求項14、18記載の立体視方法は、前記画像データ作成ステップは、ディスプレイ上に表示されるグラフィックユーザーインターフェースアイテムの立体視条件を定めるステップを有することが好ましい。

【0047】請求項26に記載の発明は、ディスプレイに、互いに異なる2つの視点から見た一対の画像を立体視可能に表示する立体視方法は、観察者が注視する可能性の高い画像部分を決定する注視範囲決定ステップと、前記注視範囲決定ステップの出力に基づいて、この注視範囲が立体視容易な領域になるような画像変換方法を決定する画像変換決定ステップと、この画像変換決定ステップの出力に基づいて前記ディスプレイ上に表示される画像データを作成する画像データ作成ステップとを備えるものである。

【0048】このような構成によれば、実写画像を立体視する場合にも適用でき、この実写画像について立体視容易な画像データを生成することができる。

【0049】請求項26に記載の方法の前記注視範囲決定ステップは、画素または画像領域の画面中の位置、色調、明度、彩度、大きさ、複雑さ、動きのうちの全部または一部を考慮することにより、観察者が注視する可能性の高い画像部分を少なくとも一つ以上推定することが好ましい。

【0050】請求項26記載の方法の前記画像変換決定ステップは、前記注視部決定ステップにより決定された注視範囲内の基準点の左右画像間でのずれが、視野角にして2度以内になるように変換方法を決定することが好ましい。

【0051】請求項26記載の前記注視範囲決定ステップは、実際に表示された画像に対する視線および注視範囲を検出する視線・注視範囲検出ステップにより構成されることが好ましい。

【0052】請求項26記載の方法は、表示される画像の明度、色調を、前記注視部分以外の部分で視認性が低くなるように変更するステップを有することが好ましい。

【0053】請求項26記載の方法は、前記一対の画像の各画素または画像領域の左右像間でのずれ量が、所定時間内に輻輳角に換算してほぼ1度以上変化することを防止するステップを有することが好ましい。

50 【0054】請求項26記載の方法の前記画像データ作

成ステップは、ディスプレイ上に表示されるグラフィックユーザインタフェースアイテムの立体視条件を定めるステップを更に有していることが好ましい。

【0055】請求項27記載の発明は、コンピュータシステムに、ディスプレイ上に、モデルを互いに異なる2つの視点から見た一対の画像を立体視可能に表示させるコンピュータプログラムを格納する記憶媒体において、前記コンピュータシステムに、観察者が注視する可能性の高い範囲を決定する指令を与える注視範囲決定指令手段と、コンピュータシステムに、前記モデルのデータを変更することによって、前記注視範囲決定指令手段により決定された注視範囲が立体視容易領域内に入るよう前記モデルをディスプレイ面と直交する方向に移動させる指令を与えるモデル移動指令手段と、コンピュータシステムに、このモデル移動手段によって変更されたモデルのデータを変更することによって、前記モデル移動手段により移動されたモデルの大きさを移動距離に対応して変化させる指令を与えるモデル拡大縮小指令手段と、コンピュータシステムに、前記モデル移動手段により移動されるとともに前記モデル拡大縮小手段により大きさが変更された後のモデルのデータに基づいて、前記ディスプレイ上に表示される画像データを作成する指令を与える画像データ作成指令手段とを備えるものである。

【0056】請求項27記載の発明によれば、まず、注視範囲が決定され、この注視範囲が立体視容易領域内に入るようにモデルが奥行き方向に移動される。次いで、モデル拡大縮小手段によりモデルの大きさが移動距離に対応して変化させられる。このようにして改変されたモデルのデータは画像データ作成指令に基づき、ディスプレイ上に表示される画像データを生成するのに使用される。

【0057】請求項27記載の記憶媒体は、前記コンピュータシステムに、前記モデル移動指令手段の指令に基づいて移動されたモデルのうちの少なくともその要部が立体視容易領域内に入るように視点から見た奥行き方向の縮尺を設定する指令を与える奥行き距離縮小指令手段を更に備えることが好ましい。

【0058】請求項27記載の記憶媒体は、コンピュータシステムに、実際に表示された画像に対する視線および注視範囲を検出する指令を与える視線・注視範囲検出指令手段を更に備え、前記モデル移動指令手段は、前記コンピュータシステムに、前記視線・注視範囲検出指令手段の指令に基づいて検出された注視範囲に基づいて前記モデルをディスプレイと直交する方向に移動する指令を与えることが好ましい。

【0059】請求項27記載の記憶媒体は、前記モデル移動指令手段は、前記コンピュータシステムに、視点から見たモデルの3次元空間内への配置条件が変化し、この変化に合わせてモデルを移動する場合、前記配置条件の変化が生じた時点から所定時間内、前記モデルの注視

範囲の移動量を輻輳角に換算してほぼ1度以上になることを防止する指令を与える手段を有することが好ましい。

【0060】請求項31記載の発明は、コンピュータシステムに、ディスプレイ上に、モデルを、互いに異なる2つの視点から見た一対の画像を用いて立体視可能に表示させるコンピュータプログラムを格納する記憶媒体において、コンピュータシステムに、モデルに対し観察者が注視する可能性の高い部分を決定する指令を与える注視範囲決定指令手段と、コンピュータシステムに、前記注視範囲決定指令に基づく出力に基づいて、モデルのデータの前記一対の左、右眼用画像上への透視変換方法を決定する指令を与える透視変換決定指令手段と、コンピュータシステムに、前記透視変換決定指令に基づいて決定された透視変換方法に基づいて前記ディスプレイ上に表示される画像データを作成する指令を与える画像データ作成指令手段とを備えるものである。

【0061】このような構成によれば、請求項23の発明のように実際にモデルを移動及び拡大・縮小することなく、透視変換の手法により立体視容易な画像データを生成することができる。

【0062】請求項31記載の記憶媒体において、前記透視変換決定指令手段は、前記コンピュータシステムに、前記注視範囲決定手段により決定された前記注視範囲像の前記一対の画像中での基準位置からのずれが視野角にして2度以内になるような透視変換方法を決定する指令を与える手段を有することが好ましい。

【0063】請求項31の記憶媒体は、コンピュータシステムに、視点から見たモデルの配置条件が変化した場合、前記透視変換作成手段により作成された透視変換方法を用いて前記画像データ作成手段により作成された画像のずれの変化量が輻輳角に換算してほぼ1度以上とすることを防止する指令を与える指令手段を更に有することが好ましい。

【0064】請求項27、31記載の記憶媒体は、前記注視範囲決定指令手段は、コンピュータシステムに、観察者の視点から見た前記モデルの配置条件、色調、明度、彩度、大きさ、複雑さ、移動速度のうちの全部または一部を考慮して、両眼の注視範囲を推定させる指令を与える手段を有することが好ましい。

【0065】請求項27、31記載の記憶媒体は、コンピュータシステムに、視野外に存在するモデルのデータを除外する指令を与える視野外データ除外指令手段を更に備えることが好ましい。この場合、記憶媒体は、前記コンピュータシステムに、実際に表示された画像に対する視線および注視範囲を検出する指令を与える視線・注視範囲検出指令手段を更に備え、前記視野外データ除外指令手段は、前記コンピュータシステムに、前記視線・注視範囲検出指令手段の指令に基づいて検出された視線に基づいて視野を算出し、視野外に存在するデータを除

外する指令を与えることが好ましい。

【0066】請求項27、31記載の記憶媒体は、前記コンピュータシステムに、表示されるモデルの色調を、視点より奥行き方向に遠ざかるに従って背景色の色調に近づける指令を与える色調変更指令手段を更に備えることが好ましい。

【0067】請求項27、31記載の記憶媒体は、前記画像データ作成指令手段は、前記コンピュータシステムに、ディスプレイ上に表示されるグラフィックユーザインターフェースアイテムの立体視条件を定める指令を与える手段を有していることが好ましい。

【0068】請求項39記載の発明は、コンピュータシステムに、ディスプレイ上に、互いに異なる2つの視点から見た一対の画像を立体視可能に表示させるコンピュータプログラムを格納する記憶媒体において、前記コンピュータシステムに、観察者が注視する可能性の高い画像部分を決定する指令を与える注視範囲決定指令手段と、コンピュータシステムに、前記注視範囲決定指令に基づく出力に基づいて、この注視範囲が立体視容易な領域になるような画像変換方法を決定する指令を与える画像変換決定指令手段と、コンピュータシステムに、この画像変換決定手段の出力に基づいて前記ディスプレイ上に表示される画像データを作成する指令を与える画像データ作成指令手段とを備えるものである。

【0069】このような構成によれば、実写画像を立体視する場合にも適用でき、この実写画像について立体視容易な画像データを生成することができる。

【0070】請求項39の記憶媒体において、前記注視範囲決定指令手段は、コンピュータシステムに、画素または画像領域の画面中での位置、色調、明度、彩度、大きさ、複雑さ、動きのうちの全部または一部を考慮することにより、観察者が注視する可能性の高い画像部分を少なくとも一つ以上推定させる指令を与える指令手段を有することが好ましい。

【0071】請求項39の記憶媒体において、前記画像変換決定指令手段は、コンピュータシステムに、前記注視部決定指令により決定された注視範囲内の基準点の左右画像間でのずれが、視野角にして2度以内になるように変換方法を決定する指令を与える手段を有することが好ましい。

【0072】請求項39の記憶媒体において、前記注視範囲決定指令手段は、コンピュータシステムに、実際に表示された画像に対する視線および注視範囲を検出する指令を与える視線・注視範囲検出指令手段により構成されることが好ましい、請求項39記載の記憶媒体は、前記コンピュータシステムに、表示される画像の明度、色調を、前記注視部分以外の部分で視認性が低くなるように変更する指令を与える手段を有することが好ましい。

【0073】請求項39記載の記憶媒体は、前記コンピュータシステムに、前記一対の画像の各画素または画像

領域の左右像間でのずれ量が、所定時間内に輻輳角に換算してほぼ1度以上変化することを防止する指令を与える手段を有することが好ましい。

【0074】請求項39記載の記憶媒体において、前記画像データ作成指令手段は、ディスプレイ上に表示されるグラフィックユーザインターフェースアイテムの立体視条件を定める指令を与える手段を更に有していることが好ましい。

【0075】請求項40記載の発明は、画像データを記憶した記憶媒体であって、前記左眼用と右眼用の画像をディスプレイに表示し、これらの画像を左眼および右眼で独立して眺めることで、立体視を行わせるシステムに適用される記憶媒体において、前記記憶媒体には、場面毎に、その画像中の注視範囲を立体視容易領域に位置させるための画像変換方法を格納する格納部を有することを特徴とするものである。

【0076】このような構成によれば、前記立体視システム（記憶媒体再生装置）に適用することで、立体視容易な画像データを提供できる記憶媒体を得ることができる。

【0077】請求項40記載の記憶媒体において、前記画像変換方法は、視点を中心とし注視範囲を立体視容易領域に位置させるための画像拡大率、奥行き距離、及び視点からディスプレイ画面までの距離の各データを含むことが好ましい。

【0078】請求項41の発明は、請求項40記載の記憶媒体を製造する記憶媒体製造システムであって、画像データのうち観察者が注視する可能性の高い画像部分を決定する注視範囲決定手段と、前記注視範囲決定手段の出力に基づいて、この注視範囲が立体視容易な領域になるような画像変換方法を決定する画像変換決定手段と、この画像変換方法を前記画像データと共に前記記憶媒体に記載する手段とを有することを特徴とするものである。

【0079】このような構成によれば、立体視情報が格納された記憶媒体を製造することができる。

【0080】請求項41のシステムの前記注視範囲決定手段は、画素または画像領域の画面中での位置、色調、明度、彩度、大きさ、複雑さ、動きのうちの全部または一部を考慮することにより、観察者が注視する可能性の高い画像部分を少なくとも一つ以上推定する機能を有することが好ましい。

【0081】請求項41のシステムの前記画像変換決定手段は、前記注視部決定手段により決定された注視範囲内の基準点の左右画像間でのずれが、視野角にして2度以内になるように変換方法を決定することが好ましい。

【0082】請求項41のシステムの前記注視範囲決定手段は、実際に表示された画像に対する視線および注視範囲を検出する視線・注視範囲検出手段により構成されることが好ましい。

【0083】請求項41のシステムは、表示される画像の明度、色調を、前記注視部分以外の部分で視認性が低くなるように変更する手段を有することが好ましい。

【0084】請求項41のシステムは、ディスプレイ上に表示されるグラフィックユーザインタフェースアイテムの立体視条件を定める手段を更に有していることが好ましい。

【0085】請求項42記載の発明は、請求項40記載の記憶媒体を用いて、ディスプレイ上に表示する画像データを生成する立体視システムにおいて、記憶媒体に格納された画像データを、この記憶媒体に格納された前記画像データ変換方法に基づいて処理し、ディスプレイ上に表示する一対の左眼用・右眼用画像を生成する手段を有するものである。

【0086】このような構成によれば、立体視情報が格納された記憶媒体を再生し、立体視容易な画像を作成することができる。

【0087】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を説明するが、その前に、立体視の原理について説明する。

【0088】図10は、視点中心（左眼と右眼を結ぶ線分の中点をいう。以下本明細書において同じ。）からディスプレイ面までの距離と視点中心からの距離で表現される立体視可能領域および立体視容易領域との関係を表したグラフである（出典：OplusE（雑誌名）に掲載の畠田豊彦による生理工学15「3次元ディスプレイ」より）。

【0089】ここで視点中心からディスプレイ面までの距離は、視点中心から両眼のピントがあつてある位置までの距離を示していることになる。また、立体視可能（容易）領域の広さは、輻輳角の変動許容範囲を示していることになる。図10より分かるように、視点中心からディスプレイ面までの距離が小さくなるほど、立体視可能（容易）領域は狭くなっている。

【0090】ここで両眼立体視システムを三次元形状を表示制作するCADシステムに適用した場合を考える。この場合、システムのユーザの視点中心とディスプレイ面との距離が60cmであるとすると、立体視可能領域は視線中心からの奥行き距離がAn2(cm)からAf2(cm)までの領域となる。さらに眼の疲れが少ない状態で立体視が可能となる領域、すなわち立体視容易領域は、視線中心からの奥行き距離がAn1(cm)からAf1(cm)までの領域に限定される。

【0091】しかしながら、上記モデル（表示対象）が必ずしもAn1からAf1の間に位置しているとは限らない。従ってこの場合は、モデルの全てが立体像が見やすい領域に入るように立体視条件を変化させる必要がある。

【0092】一方、3次元の位置データを持たない通常の画像（写真やビデオ画像のような実写画像）の場合

は、立体像が見やすいとされる領域は右眼用画像と左眼用画像のいずれの臨界値として表わせる。この値は、文献（The CrystalEyes Handbook:L.Lipton, StereoGraphics Corp. 1991）によれば視角にして1.5度程度である。また、少し大きめに見積もっても2度を超えることはない。像を表示面より奥に知覚させる場合、最大の像のいずれは両眼間隔と同じなので、視点中心とディスプレイ面との距離が1m以上なら、全ての領域が立体視容易領域となる。しかし、画面より手前側に知覚させようとする場合には、像がある程度以上画面から突出するとの条件が満たされなくなる。従って、前記のような立体モデルの場合と同様に、立体像を見やすくするには右眼用と左眼用画像のいずれを適宜変化させ、そのずれ量が常に臨界値以下になるように立体視条件を変化させる必要がある。

【0093】しかし、従来の立体視システムは、表示像の変化に合わせて立体視条件を制御するような手段が備わっていない。このため、予めカメラマンが撮影時に見やすさを考慮して画像を作成しなければならず、ユーザ自身がインターラクティブに表示を変えることはできない。

【0094】この発明は、場面に対する注視範囲情報に基づいて立体視条件を制御し、観察者が見やすい立体視画像を生成する機能を有するものである。

【0095】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0096】第1の実施の形態

まず、第1の実施の形態について説明する。図1～図5は本発明の第1の実施の形態を示す図である。

【0097】まず、図1を参照し、本発明による立体視システムの概要について説明する。なお、以下、立体視システムが時分割式の立体視システムである場合について説明する。

【0098】図1は、ディスプレイ1（通常のCRTで良い）上に左眼用画像7aと右眼用画像7bが同時に表示されている状態を示すものである。左眼用画像7aは、左眼用背景8aとこの背景上に映し出された左眼用像9aとからなる。また、右眼用画像7bは、右眼用背景8bとこの背景上に映し出された左眼用像8bとからなる。

【0099】実際には、この左眼用画像7aと右眼用画像7bは、高速で交互に映し出されるから、観察者にとっては、1つの画面7、1つの背景8及び1つの画像9が立体的に表示されたものとして認識されることになる。

【0100】すなわち、このディスプレイ1には、画像信号を出力する演算装置5が接続されている。この演算装置5はディスプレイ1に表示される像9の立体視条件を算出し、その立体視条件に基づいて、左眼用画像データと右眼用画像データとを作成または処理し、前記左眼

用画像7a及び右眼用画像7bとして所定の周期で交互にディスプレイ1に送るようになっている。

【0101】なお、この演算装置5には、ディスプレイ1のディスプレイ面1aに表示される画像の回転、移動、座標指定等の処理を指令するための入力手段6、例えばキーボード6a、マウス6b、ダイヤル6c等が接続されている。

【0102】また、この立体視システムは液晶シャッタメガネ2を有している。この液晶シャッタメガネ2は、演算装置5により生成される左眼用画像7aと右眼用画像7bの切換え周期に同期して、一方の眼への光の入力を遮断するようになっている。すなわち、人間の左眼3aは液晶シャッタメガネ2の左眼用レンズ2aを通してディスプレイ1に表示される画像7のうち左眼用画像7aのみを見るようになっており、また右眼3bは液晶シャッタメガネ2の右眼用レンズ2aを通してディスプレイ1に表示される画像7のうち右眼用画像7bのみを見るようになっている。

【0103】従って、適切な立体視条件が設定されれば、使用者は左眼用像9aと右眼用像9bとが融合した立体像を知覚することができるようになっている。また、左眼3aと右眼3bを結ぶ線分の中点（以下、視点中心という。）と、ディスプレイ面1aの中心1bとの距離Zaは使用者個々の好み（画面を見る位置）により変化するが、以下本明細中ではこの距離Zaは一定である前提のもとに説明を行う。

【0104】以下、図2を参照し、この立体視システムの構成の一例について詳述する。

【0105】図2に示すように、立体視システムは、システムの制御を行う制御手段10を有する。

【0106】この制御手段10は、入力手段6から入力される指令を受けとり、システムに与える命令を作成する機能を有するものである。

【0107】この制御手段10には、3次元空間内に存在するモデルの形状、大きさ、配置状態等の情報を記録する記録手段11が接続されており、この記録手段11から前記のようなモデル情報を受け取るようになっている。

【0108】この制御手段10には、ディスプレイ1に表示される文字情報、メニュー、ボタン等のグラフィックユーザーインターフェースアイテムに関するデータを管理するGUIデータ管理手段21が接続されており、このデータ管理手段21から前記の情報を受け取るようになっている。

【0109】また、このシステムは、立体視条件を算出する立体視条件算出部を有する。この立体視条件算出部は、視野外に存在するモデルのデータを除外する視野外データ除外手段12と、モデルのデータに基づいて両眼の注視範囲（注視点を含む範囲）を推定する注視範囲推定手段13と、モデルを奥行き方向に移動する処理を行

うモデル移動手段14と、モデルの拡大縮小処理を行うモデル拡大縮小手段15と、左眼用画像および右眼用画像を作成する基準となる奥行き縮小距離を設定する奥行き距離縮小手段16と、表示される画像に空気透視の効果を与えるためにモデルの色調を変更する色調変更手段17と、3次元空間の座標系に配置されたモデルを立体視システムの座標系に適宜配置する処理を行う座標系変換手段18と、眼の疲れに応じて左眼用画像と右眼用画像のずれ量を調節するための画像ずれ量調節手段22と、画面の縁部をぼかし処理する画面縁部処理手段23とを備えている。

【0110】これら視野外データ除外手段12、注視範囲推定手段13、モデル移動手段14、モデル拡大縮小手段15、奥行き距離縮小手段16、色調変更手段17、座標系変換手段18、画面ずれ量調節手段22及び画面縁部処理手段23は、それぞれモデルデータ管理手段19に接続されている。このモデルデータ管理手段19は、前記制御手段10からの指令に基づき、上記各手段12～18から受け取ったデータを図に20で示す画像データ作成手段に送出するようになっている。

【0111】この画像データ作成手段20は、モデルデータ管理手段19から受けとったモデルのデータに基づいてディスプレイ1に表示される左眼用画像7aのデータと右眼用画像7bのデータとを作成し、その信号をディスプレイ1に送出する。

【0112】なお、これらの手段10～21は、立体視システムに設けられた前記演算装置5（図1）により構成される。なお、コンピュータシステムに、前記各手段10～21を実行する手順を記載したコンピュータプログラムをインストールすることによって実現されるものであっても良い。

【0113】次に、本実施の形態の作用について説明する。

【0114】作用を具体的に説明する前に、図3を参照し、本明細書中で用いられる立体視システムの座標系について説明する。図3に示すように、立体視システムの座標系は、左眼3aと右眼3bとの中点Oを原点とするXYZ座標系により表わされる。

【0115】この座標系において、X軸は左眼3aと右眼3bを結ぶ直線と一致しディスプレイ1のディスプレイ面1aと平行に延びている。ここで左眼3a方向を正方向とする。

【0116】Z軸は原点Oとディスプレイ面1aの中心1bとを結ぶ直線と一致する。ここで原点Oから中心1bへ向かう方向を正方向とする。なお、このZ軸は視線中心と一致する。

【0117】Y軸は、原点Oを通りXZ平面に対して垂直方向に延びている。ここで、上方向が正方向となっている。また、左眼3aと右眼3bとを結ぶ線分の長さを眼間距離といい、左眼3aと右眼3bとを結ぶ線分の中

点、すなわち原点Oを視点中心という。

【0118】以下、本実施形態の作用について図4、図5に示すフローチャートにより説明する。

【0119】図4に示すように、立体視システムが立ち上げられた後、まず、入力手段6により制御手段10に初期値が入力される(ステップS100)。ここで初期値とは、左眼用画像7aおよび右眼用画像7bのずれ量を後で決定する際にその決定の基礎となる眼間距離の初期設定値や、3次元空間の座標系上に配置されたモデルを立体視システムの座標系上にどの様に配置するかを示すデータ、視点中心Oとディスプレイ面1aの中心1bとの距離Za(=60cm)等で、通常、記録手段11に記憶されている。なお、初期値としての眼間距離は人間の実際の眼間距離に等しい値、例えば6cmに設定される。

【0120】初期値の入力が終了すると、次に、制御手段10は、記録手段11から3次元空間の座標系に対応するモデルのデータを読み込み(ステップS101)、前記初期値とともにモデルデータ管理手段19に送る。なお、ここでモデルのデータとは、モデルの寸法形状、モデルの3次元空間の座標系への配置状態、およびモデルの色調(色相、明度、および彩度の全てを含む。本明細書中において同じ。)等のデータである。

【0121】次に、モデルデータ管理手段19は、初期値およびモデルのデータを座標系変換手段18に送り、座標系変換手段18はこれら初期値およびモデルのデータに基づいて、図6に示すようにモデルを立体視システムの座標系に配置する(ステップS102)。

【0122】次に、キーボード6a、マウス6b、ダイヤル6c等からなる入力手段6により、制御手段10を介してモデルデータ管理手段19にデータが入力され、立体視システムの座標系上に配置されたモデルの表示位置、姿勢(モデルの向いている方向を意味する。)等の調節が行われる(ステップS104)。

【0123】次に、モデルデータ管理手段19は、立体視システムの座標系に配置されたモデルのデータを、視野外データ除外手段12に送り、この視野外データ除外手段12は図7(a)に示すようにモデルのデータのうち視野外に存在するモデル(図7(a)の破線参照)のデータを削除する(ステップS105)。ステップS105により変更されたモデル(図7(a)の実線参照)のデータはモデルデータ管理手段19に戻されモデルのデータが書き換えられる。

【0124】次に、モデルデータ管理手段19は、モデルのデータを注視範囲推定手段13に送る。注視範囲推定手段13は、モデルデータ管理手段19から受けとったモデルの3次元空間内への配置条件と前述した初期値とにに基づいて立体視システムの座標系に配置されたモデルに対する使用者の両眼の奥行き方向の注視範囲を推定する(ステップS106)。この注視点の推定は、この

実施形態においては、例えば、以下の説明する2つの手法のうちのいずれかの手法により行われる。

【0125】まず、第1の手法について説明する。まず、図8に示すように、モデルに含まれる各要素Ei(i=1~N)をそれぞれ包絡する包絡直方体Ri(i=1~N)が設定される。

【0126】次に、各包絡直方体Riを1単位として各包絡直方体Riに包絡される要素Eiの代表点の加重Wiを求める。加重を求めるにあたって、まず各包絡直方体Riの頂点の数が算出される。なお、各包絡直方体Riが有する頂点数は通常8であるが、図8に示すように視野の境界部に存在する包絡直方体R1については、視野内に存在する頂点(図8において黒丸で示す頂点)の数のみを計算し、これをもって包絡直方体R1の頂点の数とする。

【0127】次に、各包絡直方体Riに包絡される要素Eiの複雑さを表現する係数が算出される。この係数は、各要素がコンピュータ上の形状モデルの場合は、各包絡直方体Riに包絡された要素Eiに含まれる辺や面の個数に基づいて算出され、イメージの場合は、空間周波数に基づいて算出される。この係数は包絡直方体Riの頂点数に掛けられ、これにより包絡直方体ごとの加重Wiが算出される。

【0128】次に、各包絡直方体Riの代表点の座標(x_i, y_i, z_i)が求められる。また、代表点の座標(x_i, y_i, z_i)のうちZ座標Z_iをもって要素の視点からの奥行き距離Z_iと定義する。なお、要素Eiの代表点の座標は、各包絡直方体Riに包絡される要素Eiの重心の座標とする。

【0129】次に、各包絡直方体Riの代表点と視線中心(立体視システム座標系のZ軸)との距離d_iが計算される。

【0130】次に、上記のようにして求めた各包絡直方体Riの代表点の加重Wi、各包絡直方体Riの代表点の視点中心からの距離Z_i、各包絡直方体Riの代表点と視線中心(Z軸)との距離d_iを用いて式1により注視点の奥行き座標Z_dが算出される。

【0131】

【数1】

$$Z_d = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i \times W_i \times d_i}{\sum_{i=1}^N W_i \times d_i}$$

【0132】式1において、Nは包絡直方体の個数、Z_iはi番眼の包絡直方体の代表点の奥行き座標、W_iはi番眼の包絡直方体の加重、d_iはi番眼の包絡直方体の代表点の視線中心からの距離である。

【0133】また、代表点の奥行き座標の標準偏差σは式2により算出される。

【0134】

【数2】

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^g ((Z_{ij} - Z_d)^2 \times W_{ij} \times d_{ij})}{N \times \sum_{i=1}^N (W_{ij} \times d_{ij})}}$$

【0135】これより、注視範囲は、基準点の奥行き座標 Z_d 、標準偏差 σ 、 Z_i の最小値 Z_{i0} 、 Z_i の最大値 Z_{i1} を用いて、数式3のように算出される。

【0136】

【数3】

$$\max(Z_{i0}, (Z_d - a \times \sigma)) \sim \min((Z_d + a \times \sigma), Z_{i1})$$

* 【0137】なお、ここで $\max(a, b)$ は、 a, b のうち大なる方を返す関数であり、 $\min(a, b)$ は、小なる方を返す関数である。

【0138】また、式3において、 a は実数の係数であり、どの数字を当てはめてもよいが、通常は0から2の値を取る。

【0139】次に、第2の手法について説明する。図9に示すように、まず各包絡直方体 R_i を代表点 T_{ij} を基準に包絡直方体 R_i 中にボロノイ多面体を作成する。

10 ボロノイ多面体とは、与えられた複数個(n 個)の点を基準に空間を以下のような領域に分けるためのものである(点 T_{ij} ($j = 1 \sim n$)の領域を $V_i(T_{ij})$ とした場合。)

$$V_i(T_{ij}) = \{ T | d(T_i, T_{ij}) < d(T_i, T_{ik}) \} \quad (k = 1 \sim n) \\ k \neq j$$

但し、 T_i は包絡直方体 R_i 内の点、 $d(T_i, T_{ij})$ は点 T_{ij} から T_i までの距離を表す。

【0140】すなわち、包絡直方体 R_i 内で、領域 $V_i(T_{ij})$ に含まれる点 T_i は他のどの代表点より T_i に近いことになる。

【0141】次に、分割された各領域 $V_i(T_{ij})$ に包絡される要素 E_i の複雑さを表現する係数が算出される。この係数は、各要素がコンピュータ上の形状モデルの場合は、各領域 $V_i(T_{ij})$ に包絡された要素 E_i に含まれる辺や面の個数に基づいて算出され、イメージの場合は、空間周波数に基づいて算出される。この係数が各領域の加重 W_{ij} となる。

【0142】次に、代表点 T_{ij} の座標(x_{ij}, y_{ij}, z_{ij})のうち Z 座標 Z_{ij} をもって各代表点の視点中心 O からの奥行き距離 Z_{ij} と定義する。

【0143】次に、各代表点と視線中心(立体視システム座標系の Z 軸)との距離 d_{ij} が計算される。

【0144】次に、上記のようにして各包絡直方体 R_i ごとに求められた各代表点 T_{ij} の加重 W_{ij} と、各代表点 T_{ij} の視点中心 O からの奥行き距離 Z_{ij} と、各代表点 T_{ij} と視線中心(Z 軸)との距離 d_{ij} とを用いて、以下に示す数式4により注視点の奥行き座標 Z_d が算出される。

【0145】

【数4】

$$Z_d = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^g (Z_{ij} \times W_{ij} \times d_{ij})}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^g (W_{ij} \times d_{ij})}$$

【0146】数式4において N は包絡直方体の個数、 Z_{ij} は包絡直方体 R_i の j 番眼の領域の代表点の奥行き座標、 W_{ij} は包絡直方体 R_i の j 番眼の領域の加重、 d_{ij} は包絡直方体 R_i の j 番眼の領域の視線中心から

の距離、 i は i 番眼の包絡直方体 R_i である。

【0147】また、代表点の奥行き座標の標準偏差 σ は数式5により算出される。

【0148】

【数5】

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^g ((Z_{ij} - Z_d)^2 \times W_{ij} \times d_{ij})}{N \times \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^g (W_{ij} \times d_{ij})}}$$

【0149】これより、注視範囲は、基準点の奥行き座標 Z_d 、標準偏差 σ 、 Z_i の最小値 Z_{i0} 、 Z_i の最大値 Z_{i1} を用いて、数式6のように算出される。

【0150】

【数6】

$$\max(Z_{i0}, (Z_d - a \times \sigma)) \sim \min((Z_d + a \times \sigma), Z_{i1})$$

【0151】なお、式6において、 a は実数の係数であり、どの数字を当てはめてもよいが、通常は0から2の値を取る。

【0152】なお、前記数式では加重 W と代表点の視線中心からの距離 d を掛けているが、 $a \times W + b \times d$ (但し、 a, b は係数)のような式を用いても良い。

40 【0153】また、第1の方法、第2の方法共、 R_i はモデルの各要素 E_i ($i = 1 \sim N$)を包絡する直方体としたが、各要素のうちの一部、例えば視点から見た場合の可視面を包絡する直方体としてもよい。

【0154】以下では、一例として $a = 0$ 、すなわち、注視範囲の基準点(以下「注視点P」という)をベースにモデルを動かす方法について説明する。

【0155】上述の第1の手法または第2の手法により求められた注視範囲の奥行き座標(Z 座標) Z_d は、モデルデータ管理手段19に送られ記憶される。

【0156】次に、モデルデータ管理手段19は、モ

ル移動手段14にモデルのデータおよび注視範囲の奥行き座標Zdのデータを引き渡す。次いで、モデル移動手段14は今回表示される画像、すなわち現在上記処理の対象となっている画像が、新規画像か、変更画像かを判断する（ステップS107）。

【0157】ここで変更画像とは、直前までにディスプレイ面1a上に表示されていた画像を単に回転させたり、姿勢を変えたり（ステップS104参照）した画像、すなわち直前の画像と連続性を有する画像をいう。新規画像とは、それ以外の画像をいう。

【0158】画像が新規画像の場合、モデル移動手段14は、注視範囲推定手段13により算出された注視範囲の奥行き座標Zdに基づいて、図7（b）、（c）に示すように、注視点Pが図9に示す立体視容易領域内に入るようにモデル全体を奥行き方向（Z軸方向）に平行移動する（ステップS110）。本実施形態においては、視点中心Oからディスプレイ面1aの中心までの距離が60cmであるから、注視点は図10のグラフの横軸に示す視点中心Oからの奥行き距離がAnl（cm）からAf1（cm）の範囲に位置させればよい。

【0159】画像が変更画像の場合、モデル移動手段14は、そのままステップS110の処理を行ったと仮定した場合の注視点位置が、現在処理対象となっている画像の直前の画像の注視点位置に対して、輻輳角に換算して1度以上移動するか否かを判断し（ステップS108）、1度以下の場合は、上記と同様にしてステップS110の処理を行う。ここで判定基準を1度以下としたのは、輻輳角に換算して1度以上注視点位置が移動した場合、眼に対する負担が大きくなりすぎるからである。なお、眼に対する負担を感じるか否かについては個人差があるため、判定基準を1度以下の値、例えば0.5度としてもよい。

【0160】一方、モデル移動手段14は、そのままステップS110の処理を行ったと仮定した場合の注視点位置が、直前に表示されている画像の注視点位置に対して、輻輳角に換算して1度以上移動する場合は、モデルの移動量に所定の制限を加える。すなわちこの場合、モデル移動手段14は、移動後の注視点位置が直前の画像の注視点位置に対して、輻輳角に換算して1度以上移動しないように制限しつつ、注視点位置がなるべく立体視容易領域に近付くようにモデル全体を奥行き方向（Z軸に沿って）に平行移動する（ステップS109）。このようにして移動されたモデルの位置データ（注視点の移動量の制限がされた場合はその旨も）は、モデルデータ管理手段19に送られ記憶される。

【0161】次に、モデルデータ管理手段19はモデル拡大縮小手段15にモデルの移動距離のデータを送る。このデータを受けとったモデル拡大縮小手段15は、モデルの大きさを移動距離に対応して変化させる（ステップS111）。例えば、注視点Pをディスプレイ面1a

に一致させるのであれば、（移動前のモデルの大きさ）：（移動後のモデルの大きさ）＝（移動前の注視点PのZ座標Zd）：（移動後の注視点のZ座標）なる関係が成立するように、視点中心からの注視点の距離に比例するようにモデルの大きさを変更する。これにより、移動前後でのモデルの見た目（使用者の網膜に写る像の大きさ）が同じになるため、使用者はモデルの奥行き距離の変化に気付かない。このようにすれば、モデルを順次回転させてモデルを異なる角度から見ようとする場合等において、画面の書き替え時にモデルがいきなり近付いたり遠ざかったりするような違和感を使用者に感じさせることがないため、使用者の眼の疲労を低減する上で有効である。以上のようにして変更されたモデルの大きさのデータは、モデルデータ管理手段19に送られ記憶される。

【0162】なお、ここではモデルの見た目（大きさ）が変わらないように比例係数を設定したがこれに必ずしも忠実である必要はない。

【0163】次に、モデルデータ管理手段19は、モデルの位置データおよびモデルの大きさのデータを奥行き距離縮小手段16に送る。ここでは、眼間距離を変えることにより、知覚上の奥行き距離を縮小する。データを受けとった奥行き距離縮小手段16は、初期値として設定された眼間距離に基づいて、図11に示すグラフよりモデル全体が立体視容易領域内に入っているか否かを判断する（ステップS112）。

【0164】モデルの一部が立体視容易領域の外にある場合、奥行き距離縮小手段16は、初期値として設定された眼間距離を小さくするように補正する（ステップS113）。眼間距離をD0からD1に縮小することにより、図12（a）、（b）に示すように、ディスプレイ面1aに表示される左眼用像と右眼用像とのずれ量がd0からd1に縮小される。立体視が容易な場合は左眼用像と右眼用像とのずれ量が所定範囲内にあるか否かにより決定されるため、眼間距離を適宜小さくすることによりモデル全体を立体視容易領域内に収めることが可能となる。

【0165】また図11は、視点中心からディスプレイ面1aまでの距離を一定とした場合の、眼間距離の補正基準を示すグラフであり、縦軸を眼間距離、横軸をモデルの視点中心Oからの奥行き距離としている。以下、このグラフの作成方法について説明する。

【0166】まず、図10に基づいて、視点中心Oからディスプレイ面1aまでの奥行き距離（本実施形態において60cm）に対応する立体視容易領域の両端の視点中心Oからの距離Anl（cm）、Af1（cm）を求める。これにより初期値として設定される本来の眼間距離D0の場合の立体視容易領域の両端の視点中心Oからの奥行き距離が求められる。これにより図11における点L、Mが決定される。

【0167】次に、図13(a)に基づいて、立体視容易領域の手前側端にモデルの要素Eが位置していると仮定して、眼間距離D0と要素Eの視点中心Oからの距離An1に基づいて、要素Eがディスプレイ面1aに表示される場合の左眼用像ILと右眼用像IRの位置を求め、左眼用像IRと右眼用像ILのずれ量d0を算出する。このずれ量d0が、立体視容易領域の手前外側に位置する要素を表示する像IL, IRについての最大許容ずれ量となる。

【0168】次に、図13(a)に示すように、眼間距離D0の場合に立体視容易領域の手前側外部であって視点中心Oからの奥行き距離がAnの位置に位置するモデルの要素E'を考える。次いで、左眼用像IL、右眼用像IRからそれぞれ要素E'を通る直線を作成し、これら直線のX軸との交点をそれぞれ求める。これら交点間の距離Dが、視点中心Oからの奥行き距離がAnの位置に位置するモデルの要素E'に対して容易に立体視が行える眼間距離Dの最大値となる。

【0169】ただし、モデル要素E'が視点中心に極めて近い場合、例えば視点中心Oからの奥行き距離が視点中心Oから画面までの距離Aiの1/10以下のときは、眼間距離が極端に小さくなるためにはほとんど視差がつかず立体感が得られない。そこで、モデル要素E'の奥行き距離が視点中心OからAiの1/10以下の場合、眼間距離はモデル要素E'が視点中心OからAiの1/10の位置にある場合と同じにする。モデルが視点中心に極端に近い場合は、モデルの見かけ上の大きさが大きくなるために、視野からはみ出す部分が増え、全体としての形状認識が困難となる。したがって、上で定めた最大許容ずれ量を越えた画像が表示されても気にならない。

【0170】このようにして視点中心Oからの奥行き距離Anを変化させて、変化した距離Anに対応する眼間距離Dの最大値を求め、図11のグラフに(距離An、距離Anに対応する眼間距離D)をプロットしてゆくことにより、図11のグラフにおける曲線KLを定めることができる。この曲線KLにより、立体視容易領域の手前側に位置する要素の立体視が容易にできる眼間距離を定めることができる。

【0171】また、図13(b)により、上記手法と同様にして、立体視容易領域の奥外側に位置する要素の立体視を容易にするための眼間距離の補正基準を示す曲線MNを定めることができる。

【0172】以上のようにして求められた図11のグラフに基づいて、奥行き距離縮小手段16は、初期値として設定された眼間距離を小さくするように補正する。例えば、図11のグラフに示すように、注視点Pを中心としてモデルの各要素が矢印Fで示す範囲に分布しているとする。この場合、矢印Fで示す範囲の最も手前側に位置する要素の視点中心Oからの奥行き距離がAnの時

は、曲線KLに従って眼間距離をDにすればモデルの全要素に対して立体視を容易に行えるようにすることができる。

【0173】なお、モデルを構成する各要素の分布を見て、例えば1つの要素のみが他の要素の位置よりずっと奥に位置しているような場合には、必ずしも全ての要素を立体視容易領域に入るようにしなくてもよい。すなわち少なくともモデルの要部が立体視容易領域内に入るようにしてよい。

10 【0174】以上、モデルの一部が立体視容易領域の外にある場合について説明したが、ステップS111終了時点でモデル全体が立体視容易領域内に入っている場合は、奥行き距離縮小手段16は眼間距離を初期値のまま維持する。

【0175】以上のようにして設定された眼間距離は、モデルデータ管理手段19に送られ記憶される。

20 【0176】また、注視点Pではなく注視範囲全体を基礎として処理を行う場合には、モデルの最も手前側の要素の代わりに注視範囲の手前の位置、モデルの最も奥の要素の代わりに注視範囲の奥の位置を基準にすることにより、前記と同様の方法でモデルの移動、拡大、眼間距離の変更を行うことができる。

【0177】次に、モデルデータ管理手段19は、モデルの位置データ、モデルの大きさのデータ、および眼間距離のデータを色調変更手段17に送る。色調変更手段17は、これらデータに基づいて、表示される画像に対して空気透視の効果が必要か否かを判断する(ステップS114)。

30 【0178】空気透視の効果が必要な場合とは、例えば、注視点から奥の方にモデルの要素が多い場合である。このような場合、奥の方の要素は奥行き座標(Z座標)が互いに異なる場合でも、実際にディスプレイ1上に表示される場合には両眼像のずれ量があまり変わらないため、画像を見る人が各要素間の奥行きの差を認識しづらいからである。

40 【0179】また、空気透視の効果が必要な場合の他の例として、奥行き距離縮小手段16により設定された眼間距離が小さい場合がある。その理由は、眼間距離が小さく設定された場合、眼間距離が大きく設定された場合に比べて、ディスプレイ1上に表示される左眼用像と右眼用像とのずれ量が小さくなるため、画像を見る人が各要素間の奥行きの差を認識しづらいからである。

【0180】空気透視の効果が必要と判断された場合、色調変更手段17は、モデルの色調を視点中心Oからの奥行き距離が大きくなるにつれて、すなわちモデルの要素EのZ座標が大きくなるにつれて背景色に近付けるように修正する(ステップS115)。空気透視の効果が必要ないと判断された場合、色調変更手段17は、モデルの色調を現状のまま維持する。

【0181】なお、空気透視の効果は常に付与するよう

にしてもよいし、常に付与しないようにしてもよい。
【0182】以上のようにして変更（または維持）されたモデルの色調は、モデルデータ管理手段19に送られ記憶される。

【0183】以上の説明したように、ステップS115までの処理が終了すると、モデルデータ管理手段19には、ディスプレイ1上に表示すべきモデルの立体視システムの座標系における位置と、モデルの大きさ（形状も含む）および色調と、ディスプレイ1上に表示すべきモデルの像（左眼用像および右眼用像）の表示位置の計算の基礎となる眼間距離とが保持されることになる。

【0184】次に、モデルデータ管理手段19は上記データを画像データ作成手段20に送る。また、制御手段10は、GUIデータ管理手段21からディスプレイ1に表示すべきグラフィックユーザーインターフェースアイテムに関するデータを読み込み画像データ作成手段20に引き渡す。画像データ作成手段20は、グラフィックユーザーインターフェースアイテムを、立体視システムの座標系においてモデル移動手段14により移動された後の注視点と同じZ座標を有するXY平面と平行な平面上またはこの平面近傍に配置する（ステップS116）。

【0185】画像データ作成手段20は、上記データに基づいてディスプレイ面1a上におけるモデルの各要素に対して、左眼用像および右眼用像としての表示位置および表示寸法を決定するとともに、ディスプレイ1上に表示すべきグラフィックユーザーインターフェースアイテムの立体視システムの座標系における位置を決定する（ステップS117）。

【0186】以下、図14（a）、（b）により、画像データ作成手段20の作用を具体的に説明する。まず、図14（a）に示すように、モデルを構成する要素E1が立体視システムの座標系においてディスプレイ面1aより手前側にある場合について説明する。

【0187】まず、左眼3aと要素E1の中心CE1を通る直線L1（図14（a）一点鎖線参照）が設定される。次いで、直線LLとディスプレイ面1aとの交点CL1が求められ、この交点CL1がディスプレイ面1a上に表示される要素E1の左眼用像IL1の中心位置（表示位置）として決定される。次いで、左眼3aと要素E1との間の距離と左眼3aと交点CR1との間の距離の比と、要素E1の大きさと左眼用像IL1の大きさとの比が等しくなるように、左眼用像IL1の大きさが決定され、この決定に基づいて左眼用の画像データが作成される。また、右眼用像IR1についても同様の手法で、その中心位置CR1および大きさが決定され、この決定に基づいて右眼用の画像データが作成される。

【0188】なお、図14（b）は、モデルを構成する要素E2が立体視システムの座標系においてディスプレイ面1aより奥側にある場合を示しており、この場合

も、図14（a）により説明したのと同様の手法により、左眼用画像および右眼用画像の中心位置および大きさが決定される。

【0189】また、画像データ作成手段20は、グラフィックユーザーインターフェースアイテムについても、上記と同様の処理を行い、左眼用像および右眼用像の表示位置および大きさを決定する。

【0190】また、要素E1と要素E2とが同時に表示され、かつ前述したステップS115において、色調変更手段17によりモデルの色調が視点中心からの奥行き距離が大きくなるにつれて背景色に近付けるように修正されている場合、画像データ作成手段20は、要素E2に対応する左眼用像IL2および右眼用像IR2の色調を、要素E1に対応する左眼用像IL1および右眼用像IR1の色調より背景色に近付けた画像データを作成する。

【0191】また、要素E1と要素E2とが同時に表示され、かつ要素E1および要素E2にそれぞれ対応する左眼用像および右眼用像が互いに重なりあう場合、画像データ作成手段20は、手前側にある要素E1の画像データを優先的に採用し、奥側にある要素E2に対応する画像データのうち手前側にある要素E1に対応する画像と重なる部分の画像データを削除する。

【0192】次に、画像データ作成手段20は左眼用画像データおよび右眼用画像データをディスプレイ1に送り、ディスプレイ1はディスプレイ面1a上に、当該画像データに基づいて画像を表示する（ステップS118）。

【0193】次に、制御手段10は、引き続き立体視システムを使用するか否かを問い合わせる（ステップS103）。ここで、例えば、使用者がモデルの向きを変えて表示させたい場合、ステップS104の操作が行われ、その後ステップS105以降の操作が行われる。

【0194】以上説明したように、本実施形態によれば、モデルを表す画像を自動的に最適な立体視条件でディスプレイに表示することができる。このため、使用者が感じる画像に対する違和感および眼の疲れを低減することができる。

【0195】なお、この実施形態の立体視システムでは、使用者の眼の疲れをさらに低減するため、以下のよ

うな手法をとる。すなわち、両眼融合式の立体視システムは、通常の2次元表示を行うシステムと比較すると、やはり観察者の眼に一定の負担を与えるということがある。このため、このシステムでは、このような観察者の負担を一層和らげるため、図1に示すように、左眼用画像と右眼用画像のずれ量を調整するずれ量調整手段22を有する。

【0196】このずれ量調整手段22は、画像表示時間を監視し、表示開始から一定時間経過したならば、ずれ量調整指令を、前記モデルデータ管理手段19を介して前記画像データ作成手段20に発する。

【0197】立体視の効果は左眼用画像と右眼用画像のずれ量(図14(a)におけるCL1、CR1間の距離)に左右され、このずれ量が小さくなるほど立体視の効果は小さくなる。一方、このずれ量が大きくなると立体視効果は大きくなるが、大きくなりすぎると人は左眼と右眼用の画像を融合させること、すなわち立体視が不可能となる。

【0198】この実施形態では、前記データ作成手段20は、前記指令に基づき、図14(a)におけるCL1、CR1間の距離、図14(b)におけるCL2、CR2間の距離を臨界ずれ量として、図20(a)、(b)に示すように、ずれ量を変化させる。

【0199】すなわち、図20(a)に示すように、表示開始から所定の時間t1(例えば20分)を経過するまでは、上記ずれ量は臨界ずれ量であるが、前記時間t1を過ぎると、前記ずれ量調整手段22からの指令に基づき、前記データ作成手段20は、前記ずれ量を所定の周期で緩やかに変化させ立体感を弱めるようにする。

【0200】このような処理を行うことにより、立体感の強い画像を長時間見続けることが防止されるので、観察者の眼の疲労を低減することができる。

【0201】なお、図20(b)に示すような処理を行うようにしても良い。この例では、画像表示開始時には、ずれ量を臨界値よりも小さくしておき、立体感を弱めておく。そして、時間の経過に伴って臨界値に近づける。

【0202】すなわち、立体視は、人間が左眼用画像と右眼用画像を融合させることにより実現されるものであるが、見始めはこれになれていないため、うまく融合を行えなかったり眼に係る負担が大きいということが考えられる。しかし、この図20(b)に示す処理を行えば、このような問題点は解消される。

【0203】一方、本実施形態においては、立体視条件を定めるにあたって、立体視システムの座標系上でモデル全体を移動(ステップS109および110参照)した後、この移動のみではモデル全体が立体視容易領域に入らない場合に、これを補うために眼間距離を補正(ステップS115参照)することにより奥行き距離を縮小するようにしている。このため、単純に奥行き方向の空間を縮小する場合より十分な立体感をもって立体視を行うことができる。

【0204】以下、眼間距離の補正を優先的に行うようにした場合に発生する問題点について図15(a)～(c)および図16(a)、(b)を参照して説明する。

【0205】図15(a)に示すように、立体視システムの座標系にモデルの各要素E1、E2、E3が配置されているとする。ここで眼間距離が初期値D0である場合、ディスプレイ面1aには、要素E1、E2、E3にそれぞれ対応する左眼用画像IL1～IL3および右眼用画

像IR1～IR3が表示される。ここで図15(b)に示すように、眼間距離を初期値D0からDに縮小したとする。するとディスプレイ面1aには、要素E1、E2、E3にそれぞれ対応する左眼用画像IL1'～IL3'および右眼用画像IR1'～IR3'が表示される。眼間距離を変化させる方法によれば、眼間距離を変化させる前の左眼用画像IL1～IL3および右眼用画像IR1～IR3と、眼間距離を変化させた後の左眼用画像IL1'～IL3'および右眼用画像IR1'～IR3'との大きさが変化しないという利点はある。

【0206】ところが、眼間距離の補正は、あくまで画像処理上行われているにすぎず、ディスプレイ面1aを眺める使用者の実際の眼間距離が変化しているわけではない。このため図15(c)に示すように、ディスプレイ面1aを眺める使用者には要素E1、E2、E3が、それE1'、E2'、E3'の位置にあるように知覚されることになる。すなわちこの場合、使用者は、要素E1、E2、E3の奥行き方向の幅を著しく圧縮された状態で知覚することになってしまう。

【0207】本実施形態は、モデル全体の移動を優先的に行うことにより、上記問題を解決している。すなわち、本実施形態においては眼間距離の補正を行う前に、図16(b)に示すように要素E1、E2、E3を立体視システムの座標系上で奥行き方向に移動する。このようにすれば、図16(a)、(b)に示すように、使用者が知覚する要素E1、E2、E3の位置関係は変化しない。ただし、モデル全体の移動を行うとディスプレイ面1a上に表示される左眼用画像および右眼用画像の大きさが変化するため、この大きさの変化を補正するため、モデルを構成する各要素の移動距離に対応させて各要素の大きさを補正している(ステップS111参照)。本実施形態においては、モデルを立体視容易領域に収めるためにモデル全体の移動のみで不十分な部分についてのみ眼間距離の補正を行い対処している。従つて、モデルの各要素の奥行き感の減少は最小限に抑えられる。

【0208】また、このような両眼融合式立体視システムでは、モデルが画面の縁部に位置する場合には、このモデルを画面より手前に表示しようとする際、このモデルのある右眼用画像、左眼用画像のどちらか一方にしか表示されないことが考えられる。このような場合、ユーザは、本来画面の手前にあるべきモデルの像が、この像よりも後ろにあるべき画面に隠されたと知覚するため、前後関係が矛盾してしまう。このため、正しい立体視が不可能になるということが考えられる。

【0209】その解決策としては、第1に、全ての表示対象(モデル)を画面より奥に設定する、第2に、画面縁部を明確に意識させないようにする、の2つの方法が考えられる。しかし、第1の方法では像の表示面からの飛び出しが小さいために迫力の乏しい画像となる(立体

感を得られにくくシステムの商品価値が小さくなる)。このため、この実施形態のシステムでは、図1に示す画面縁部処理部23により第2の方法を実行する。

【0210】この画面縁部処理部23は、前記モデルデータ管理手段19からモデルの位置データ、モデルの大きさのデータ、及び眼間距離のデータを受け取る。この画面縁部処理部23は、これらのデータから、モデルが画面縁部に位置するかを検知し、画面縁部ぼかし処理を行うかを決定する。また、左右の画像の縁部のぼかし処理を行う範囲を決定する。

【0211】そして、これらの決定に基づいて、この画面縁部処理部23は、前記決定された画面縁部について、モデルの明度を縁部に近づくに従って暗くする、あるいは、モデルの色調を縁部に近づくに従って背景色に近づける。

【0212】このデータは、前記モデルデータ管理手段19を通して他のデータと共に画像データ作成手段20に送られ、ステップS118で処理される。

【0213】このような処理により、ユーザは、画面縁部について何となく見えなくなると感じ、面前記のような矛盾がある場合でも、これを意識させることを有効に防止できる。

【0214】第2の実施の形態

次に、第2の実施の形態について説明する。図17～図19は本発明の第2の実施の形態を示す図である。図17に示すように、この第2の実施の形態は、第1の実施の形態の注視範囲推定手段の代わりに視線・注視範囲検出手段30が設けられ、これに伴い、立体視条件算出フローが変更されている点が異なるのみで、他は第1の実施の形態と略同一である。従って第2の実施の形態において第1の実施の形態と同一部分については同一符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0215】図17に示すように、立体視システムは、表示された画像に対する実際の視線および注視点を検出する視線・注視範囲検出手段30が設けられている。この視線・注視範囲検出手段30は、例えば、竹井機器工業製の両眼視線解析装置からなる。視線・注視範囲検出手段30は、モデルデータ管理手段19に接続されており、ディスプレイ面1aのいづれの部位に使用者の視線が位置しているかのデータをリアルタイムでモデルデータ管理手段19に伝えるようになっている。なお、視線・注視範囲検出手段30として、竹井機器工業製の両眼視線解析装置と同様の機能を有する他の公知の両眼視線解析装置を使用してもよい。

【0216】次に、このような構成からなる本実施形態の作用について、図18、19を参照して説明する。

【0217】図18に示すように、第1の実施の形態と同様に、ステップS100～104の処理操作が行われる。

【0218】次に、モデルデータ管理手段19は、視線

・注視点検出位置30から使用者の視線および注視点位置のデータを受取り(ステップS200)、検出した視線方向から使用者が画面を見ているか否かを判断する(ステップS201)。使用者がディスプレイ面1aを見ていない場合は、ディスプレイ1aの中央1bを注視点位置とする(ステップS202)。一方、使用者がディスプレイ面1aを見ている場合、使用者の視線が最も長く留まっている位置を注視点位置とする(ステップS203)。

10 【0219】なお、この場合、奥行き方向の注視範囲は、例えば、注視点の奥行き位置の標準偏差から決定することができる。

【0220】次に、第1の実施の形態と同様に、ステップS110～115の処理操作が行われ、これによりモデルデータ管理手段19は、立体視を行うのに最適な立体視システムの座標系におけるモデルの形状、大きさ、配置状態および色調等のデータを得る。これらのデータは、画像データ作成手段20に送られ、このデータに基づいて画像データ作成手段20は左眼用画像データおよび右眼用画像データを作成する(ステップS117)。ディスプレイ1は左眼用画像データおよび右眼用画像データに基づいてディスプレイ面1aに画像を表示する(ステップS118)。

【0221】次に、制御手段10は、引き続き立体視システムを使用するか否かを問い合わせる(ステップS103)。引き続き使用する場合はステップS104から始まる上記操作が繰り返される。

【0222】以上説明したように、本実施形態によれば、視線・注視範囲検出手段30により使用者の実際の視線および注視点が検出されるようになっているため、注視範囲の決定をより正確に行うことができる。このため、より適正な立体視条件を算出することができる。

【0223】なお、以上説明した第1および第2の実施の形態において、モデル移動手段14および奥行き方向縮小手段16は注視範囲またはモデル全体が図10における立体視容易領域に入れるように作用しているが、これに限定されるものではなく、注視範囲またはモデル全体を立体視可能領域に入れるように作用するようにしてもよい。

【0224】第3の実施の形態

次に第3の実施の形態について説明する。

【0225】図21及び図22、図23は、第3の実施形態を示す図である。

【0226】第1、第2の実施形態では、モデルを移動し拡大あるいは縮小することにより、このモデルに対する注視範囲を立体視可能領域に位置させ、立体視を容易なものとしていたが、この実施形態では、図21に示す透視変換決定手段32で決定され透視変換記憶手段33に記憶された透視変換方法に基づき同様の処理を行う。

【0227】以下、図22、図23を参照してこのシス

テムにおける処理を説明する。なお、前記第1の実施形態と同様の処理については同一符号を付してその詳しい説明は省略する。

【0228】前記第1、第2の実施形態では、画像を作成するにモデルの位置の変更、拡大および眼間距離の変更というプロセスをとったが、これは見方を変えれば3次元モデルを2次元の画像上に投影するときの透視変換方法としてまとめることができる。

【0229】すなわち、透視変換では、眼間距離を2e、視点中心を点O(0, 0, 0)、視点から画面までの距離をDとすると、3次元空間中の点P(xp, yp, zp)は、左眼画像では：

$$(D \cdot x_p / Z_p + e \cdot (D / z_p - 1), D \cdot y_p / z_p)$$

右眼画像では：

$$(D \cdot x_p / Z_p - e \cdot (D / z_p - 1), D \cdot y_p / z_p)$$

に投影されることになる。

【0230】従って、この透視変換の方法を用いれば、第1の実施形態のように実際に三次元モデルを移動させ、拡大・縮小といった処理を行わなくても、以下のように、同様の処理が行える。

【0231】すなわち、このシステムでは、まず図22のステップS301で前述と同様の方法で注視範囲を求めた後、ステップS302において、モデルの元の位置とこのモデルを前記注視範囲内に移動させるための移動距離とから視点を中心とした空間拡大率m(透視変換方法)を決定する。

【0232】モデルの位置する空間全体をこの空間拡大率mで拡大あるいは縮小すると、モデルの大きさがm倍されると共に、このモデル内の点Pは、以下の点P'に移動する。

【0233】点P' (m · xp, m · yp, m · zp)ついで、ステップS303において、透視変換後のモデル内の各点が立体視容易領域に入っているかを判断する。すなわち、視点に一番近い代表点Nの移動後の点N'及び、視点に一番遠い代表点Mの移動後の点M'を算出し、これらが立体視容易領域に入るかを判断する。

【0234】入らない場合には、ステップS304において、図11に示したのと同様の考え方に基づいて眼間距離を調整し、全ての点が立体視容易領域内に位置するように補正を行う。すなわち、眼間距離の縮小率をtとすると、結局、前記3次元空間中の点Pは左眼画像では：

$$(D \cdot x_p / Z_p + e \cdot t \cdot (D / (m \cdot z_p) - 1), D \cdot y_p / z_p)$$

右眼画像では：

$$(D \cdot x_p / Z_p - e \cdot t \cdot (D / (m \cdot z_p) - 1), D \cdot y_p / z_p)$$

に投影される。

【0235】従って、視点中心を基準とするモデル拡大率m、本来の眼間距離2e、視点から画面までの距離D、および図11より求まる眼間距離縮小率tより、透視変換方法を規定することができる(S305)。

【0236】この実施形態では、これらのデータ(透視変換方法)を透視変換記憶手段33に保存し、画像データ作成手段20で、画像データ作成時に利用する(S116～S118)。このことで、前記第1、第2の実施形態と同様に立体視容易な画像データを作成することができる。

【0237】なお、この例では、前記透視変換方法を透視変換記憶手段33に格納するようになっていたが、DVD等の記憶媒体に、画像データと共に予め本実施形態のシステムで求めた場面毎の透視変換方法を格納しても良い。

【0238】すなわち、記憶媒体に、加工前の画像データ(実写画像)と共に、視点からのモデルの位置と各場面に応じたモデル拡大率m、眼間距離縮小率t等を保存しておけば、再生時には、前記立体視容易条件算出部を経由しなくとも前記画像データ作成手段20で立体視容易な画像を作成することができる。

【0239】第4の実施の形態

次に、この発明の第4の実施の形態について説明する。

【0240】図24及び図25、26は、この第4の実施の形態を示す図である。なお、これらの図中、第1の実施形態と同一の構成要素には同一符号を付してその詳しい説明は省略する。

【0241】前記第1～第3の実施の形態では、形状、大きさ、配置位置等の情報で与えられた三次元モデルを立体視容易に表示するシステムであったが、この第4の実施の形態は、映画や写真のような実写画像で与えられたものを立体視容易に表示するシステムに関するものである。

【0242】このような場合、立体視が容易であるかどうかは、注視範囲の左右画像中の位置関係によって決定されることになる。このため、この実施形態のシステムは、図24に示すように、画像データを立体視容易な画像データに変換するための変換方法を演算・決定する画像変換決定手段34と、決定された画像変換決定方法に基づいて変換画像データを求める画像演算手段35とを有する。

【0243】以下、このシステムにおける処理を図25、26を参照して説明する。なお、前述したように、前記第1の実施形態と同様のステップについては同一符号を付してその説明は省略する。

【0244】このシステムには、例えば右眼用カメラで撮った画像と左眼用カメラで撮った画像のような2つ視差画像が与えられる。このデータは、注視範囲決定手段13に送られ、この注視範囲決定手段13は、まずどちらかの画像を使って注視範囲を決定する(ステップS4)

01)。

【0245】注視範囲の決定には、例えば、色調で重みづけされた画素の重心位置および重心位置からの距離の標準偏差 σ を求める、重心から半径 2σ 以内を注視範囲とする方法をとる。すなわち、各画素の座標を (x_i, y_i) とすれば、重心位置 (x_G, y_G) 及び標準偏差 σ は、以下の式7, 8で表される。

【0246】

【数7】

$$\left\{ \begin{array}{l} x_G = \frac{\sum\limits_{i=0}^N w_i x_i}{\sum\limits_{i=0}^N w_i} \\ y_G = \frac{\sum\limits_{i=0}^N w_i y_i}{\sum\limits_{i=0}^N w_i} \end{array} \right.$$

【0247】

【数8】

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum\limits_{i=0}^N ((x_i - x_G)^2 + (y_i - y_G)^2)}{N}}$$

【0248】また、これとは異なる方法として、例えば、両画像間の対応画像領域を検出し、その画像領域の対応関係から3次元座標を求める、前記第1～第3の実施形態のモデルの場合と同様に奥行き方向の注視範囲を求めてよい。

【0249】なお、画像領域の対応個所を探すには、両方の画像でエッジを強調し、相関が高いものを求めるのが一般的である（例えば文献：山口他、「信頼性の高い対応を優先した多段階ステレオ法」、電子情報通信学会論文誌D-II, Vol. J74-D-II, No. 7など）。

【0250】次にステップS402において、前記決定された注視範囲内の背景以外の部分の対応点で、左右の画像間でずれが最も大きいものを以下の2つの条件で検索する。

【0251】すなわち、まず、画面上左側に座標原点をとった場合に、1つの点（対応点）の左眼用画像での水平方向（X方向）の座標を X_l 、右眼用画像での座標を X_r とする。そして、第1の条件として、 $X_l > X_r$ となる点Sを探し出す。

【0252】この点Sでは、左眼用画像での座標が右眼用画像での座標よりも大きくなっている。すなわち、この点Sは図14(a)に示すE1のように画面手前側に認識される点となる。そして、点Sは、このような点のうち、左右像間で最もずれ量が大きい点であるから、注

視範囲内で最も手前に認識される点となる。

【0253】次に、第2の条件として、 $X_r > X_l$ となる点Tを探し出す。この点Tは、図14(b)にE2で示されるように、注視範囲内で最も奥に認識される点となる。そして、この点Tは、このような点のうち、左右像間で最もずれ量が大きい点であるから、注視範囲内で最も奥に認識される点となる。

【0254】ここで、前記点Sの左眼用画像内での位置を $(X_p l, Y_p)$ 、右側の画像内での位置を $(X_p r, Y_p)$ とし、この点の左右像間のずれ量 $X_p l - X_p r$ を $d X_p$ とする。また、点Tの左側の画像内での位置を $(X_q l, Y_q)$ 、右側の画像内での位置を $(X_q r, Y_q)$ とし、この点の左右像間のずれ量 $X_q r - X_q l$ を $d X_q$ とする。

【0255】以下では一例として、 $d X_p > d X_q$ となる場合、すなわち点Sのずれ量が点Tのずれ量よりも大きい場合を考える（ $d X_q > d X_p$ の場合もほぼ同様になる）。そして、この点Sが立体視容易範囲に入っているかを判断する。この実施形態では、この判断を、ステップS403で、視角を用いて行う。

【0256】すなわち、この場合、注視範囲内における画像の最大のずれは、点Sのずれに相当する $d X_p$ となるので、これが視角にして2度以上のずれであるかを判断する。前述したように、左右像のずれが視角にして2度以上となった場合には、立体視の容易性が失われるからである。

【0257】このステップS403において、視角に換算したずれ量が2度以内の場合は特に画像データを変更する必要はない。従って、そのときの視角ずれ量を「設定値」とする。しかし、2度以上となるような場合には、ステップS404において、設定値を2度丁度とする。

【0258】一方、この場合、ずれの変化量についても考慮する必要がある。すなわち、前述したように、ずれの変化量が輻輳角に換算して1度以上となると立体視が困難になるからである。

【0259】したがって、ステップS405において、ずれの変化量が1度以上の場合は、変化が1度以内になるよう設定値を定める。すなわち、この場合は、視角の設定値は、2度丁度ではなく、変化を1度に押された値とする（ステップS406）。

【0260】なお、前記視角（設定値）は、視点からディスプレイ面までの距離Dによって決定される。

【0261】すなわち、例えば、視角が2度の場合、画面上での概略距離（L）は、

$$L = 2 \times D \times \tan(\pi/180)$$

$$= \pi \times D / 90$$

$$= 0.035 \times D$$

となる。

【0262】次に、ステップS407において、この設

定値を用いて空間拡大率 m を決定する。ここで、空間拡大率 m は、眼間距離に相当する値を $2e$ とし、視野角度設定値を2度とした場合、以下のように定義される。

【0263】 $m = (d \times p + 2 \times e) / (L + 2 \times e)$
また、前記画像をこの空間拡大率で拡大あるいは縮小した場合、注視範囲全体が立体視容易範囲に入っていない場合がある。この場合には、ステップS408において、前記点Sのずれ量 $d \times q$ を用いて、水平方向縮小率 t を求める。

【0264】すなわち、この水平方向縮小率 t は、 $(d \times q + 2 \times e) / m - 2 \times e \leq 0.035D$ の場合には、

$t = 1.0$
 $(d \times q + 2 \times e) / m - 2 \times e > 0.035D$ の場合には、

$t = 0.035 \times m \times D / (d \times q + 2 \times e - 2 \times e \times m)$
となる。

【0265】このようにして、空間拡大率及び水平方向縮小率 t が求められたならば、ステップS409において、画像演算方法が決定される。

【0266】すなわち、この実施形態の画像演算方法によれば、対応する左右画像上の任意の点 $A(x_{a1}, y)$ 、 (x_{ar}, y) は、それぞれ以下の位置に変換される。

【0267】左画像： $(x_{a1} + x_{ar}) / 2 + e \times t \times ((x_{a1} - x_{ar} + 2 \times e) / (2 \times m \times e) - 1)$

右画像： $(x_{a1} + x_{ar}) / 2 - e \times t \times ((x_{a1} - x_{ar} + 2 \times e) / (2 \times m \times e) - 1)$

前記画像演算手段35は、場面毎に画像データを変換し、前記画像データ作成手段20は、この画像変換に基づいて立体視画像を生成する。従って、このようなシステムによれば、実写画像についても、前記第1～第3の実施形態と同様に、立体視容易な画像データを生成することができる。

【0268】なお、この例では、場面毎に前記画像演算手段35で画像変換を行っていたが、予めこの手法により変換した画像データ又は算出した立体視条件と元の画像データをDVD等の記憶媒体に記憶しておけば、再生時には、前記立体視容易条件算出部を経由しなくとも前記画像データ作成手段20で立体視容易な画像を作成することができる。

【0269】なお、この実施形態のシステムは、2台のカメラで異なる視点から適当に撮った視像に基づき見やすい立体画像を生成したい場合に有効である。

【0270】また、このシステムは、動きのある像から、時間差を作つて立体視するシステムにも適用可能である。さらに、本発明は立体視システムが時分割式以外の両眼立体視システムに適用することも可能である。

【0271】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、3次元空間に配置されたモデルあるいは実写画像を、場面の変化に応じた最適な立体視条件でディスプレイに表示することができる。このため、使用者が感じる立体視画像に対する違和感および眼の疲れを低減することができる。

【画面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す図であつて、立体視システムの概要を示す図。

【図2】本発明の第1の実施の形態を示す図であつて、立体視システムの構成を示す図。

【図3】立体視システムの座標系を示す図。

【図4】第1の実施の形態における立体視条件算出プロセスを示すフローチャート。

【図5】第1の実施の形態における立体視条件算出プロセスを示すフローチャート。

【図6】座標系変換手段の作用を示す図。

【図7】立体視条件算出部の処理操作の流れを示す図。

【図8】注視点の推定方法を示す図。

【図9】注視点の推定方法を示す図。

【図10】ディスプレイ面の視点中心から距離と立体視容易（可能）領域との関係を示すグラフ。

【図11】眼間距離の補正方法を示すグラフ。

【図12】眼間距離を補正した場合のディスプレイ面上における像のずれ量の変化を示す図。

【図13】図11のグラフの作成方法を示す図。

【図14】画像データ作成手段の作用を示す図。

【図15】眼間距離補正を行つた場合の作用を示す図。

【図16】モデル全体を移動した場合の作用を示す図。

【図17】本発明の第2の実施の形態を示す図であつて、立体視システムの構成を示す図。

【図18】第2の実施の形態における立体視条件算出プロセスを示すフローチャート。

【図19】第2の実施の形態における立体視条件算出プロセスを示すフローチャート。

【図20】前記第1、第2の実施形態において、時間の経過に応じて立体視容易条件を緩和させるプロセスを示すグラフ。

【図21】本発明の第3の実施の形態を示す図であつて、立体視システムの構成を示す図。

【図22】第3の実施の形態における立体視条件算出プロセスを示すフローチャート。

【図23】第3の実施の形態における立体視条件算出プロセスを示すフローチャート。

【図24】本発明の第4の実施の形態を示す図であつて、立体視システムの構成を示す図。

【図25】第4の実施の形態における立体視条件算出プロセスを示すフローチャート。

【図26】第4の実施の形態における立体視条件算出プロセスを示すフローチャート。

ロセスを示すフローチャート。

【符号の説明】

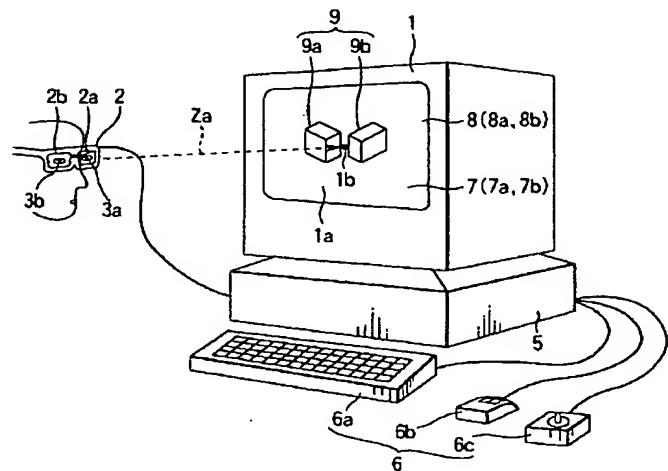
- 1 … ディスプレイ
- 1 2 … 視野外データ除外手段
- 1 3 … 注視範囲決定手段
- 1 4 … モデル移動手段

* 1 5 … モデル拡大縮小手段

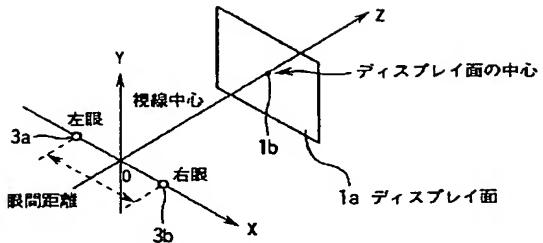
- 1 6 … 眼間距離設定手段
- 1 7 … 画像データ作成手段
- 3 0 … 視点・注視点検出手段
- 3 2 … 透視変換決定手段
- 3 4 … 画像変換決定手段

* 3 4 … 画像変換決定手段

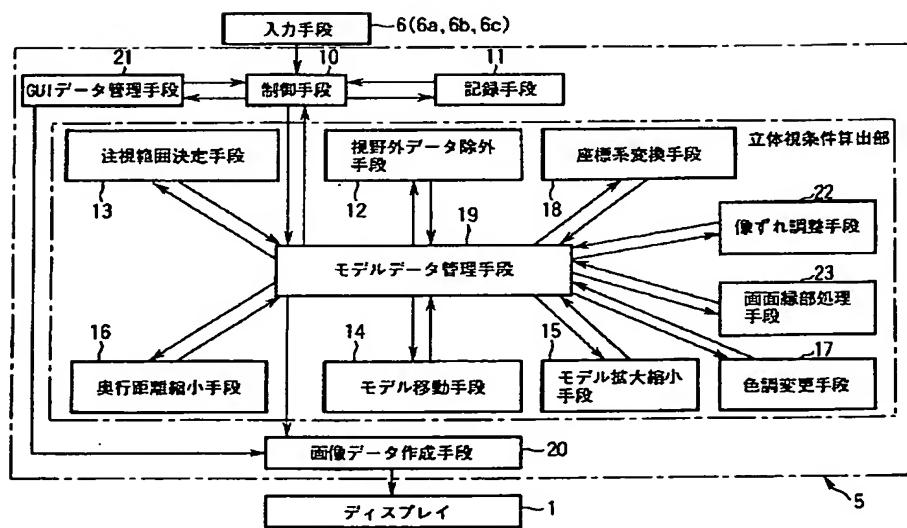
【図1】



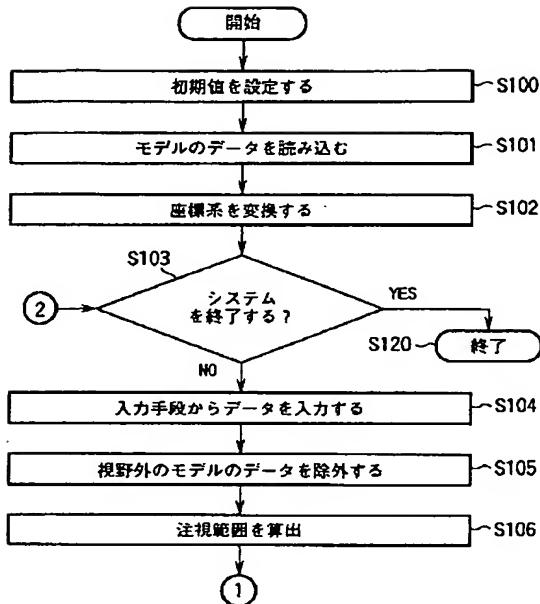
【図3】



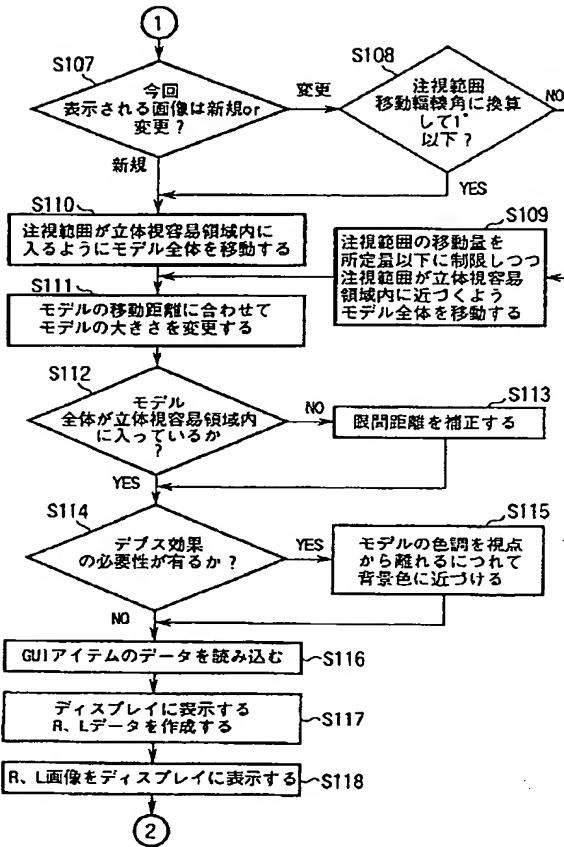
【図2】



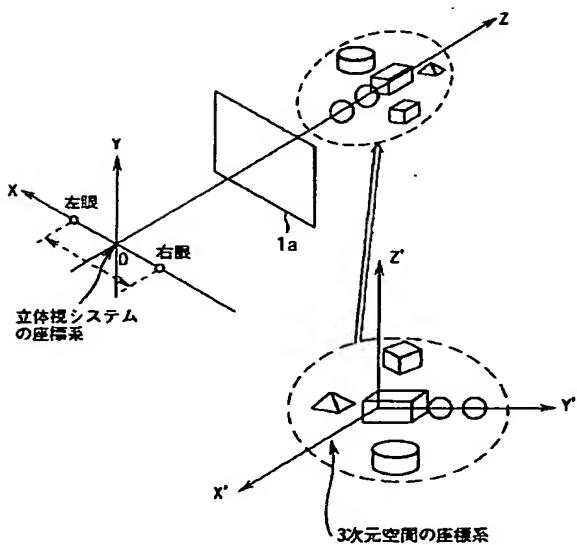
【図4】



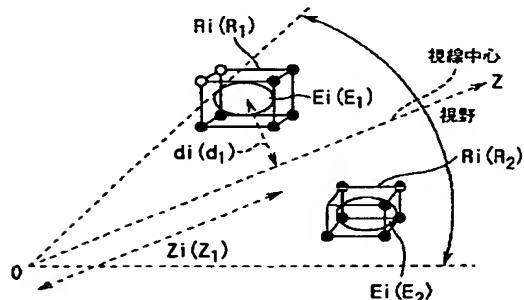
【図5】



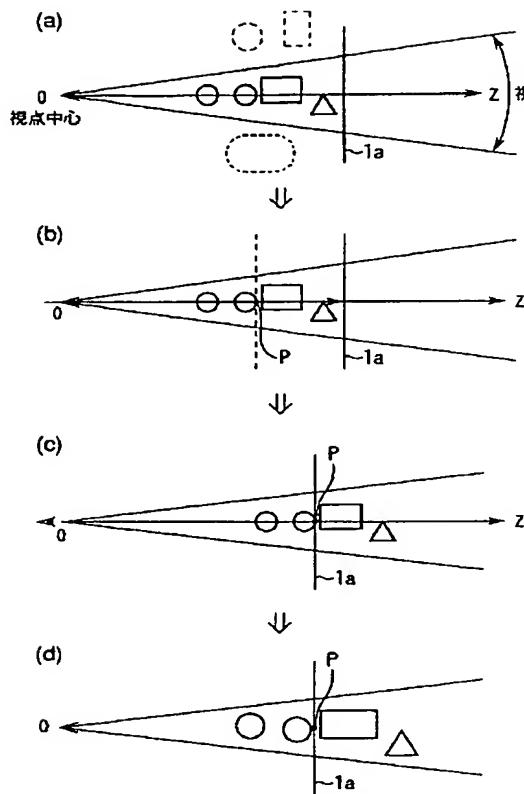
【図6】



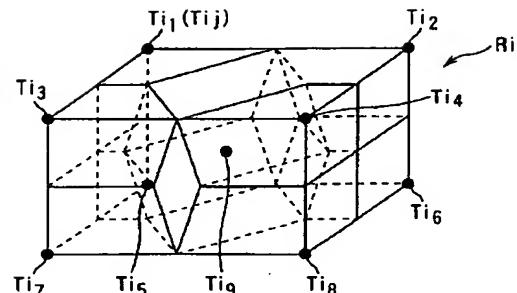
【図8】



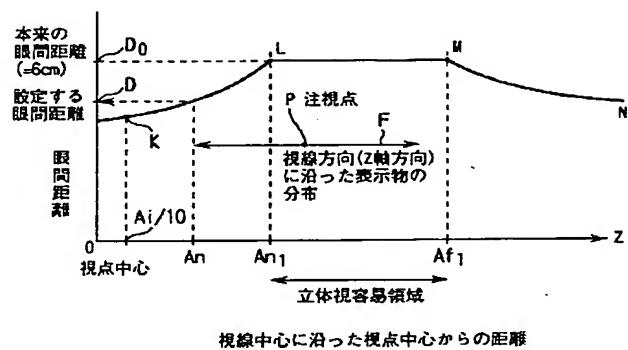
【図7】



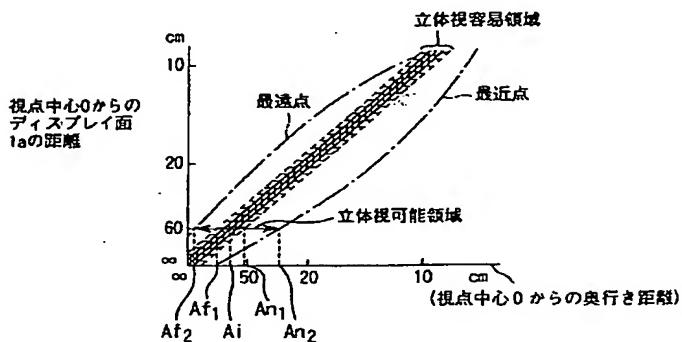
【図9】



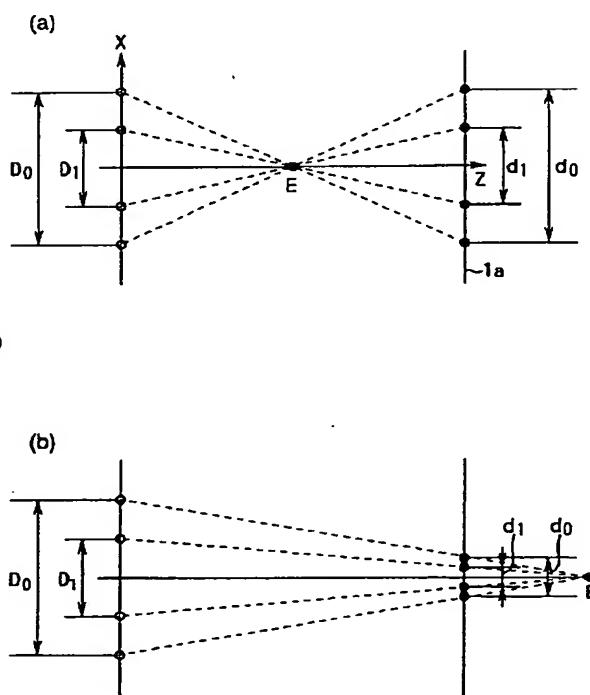
【図11】



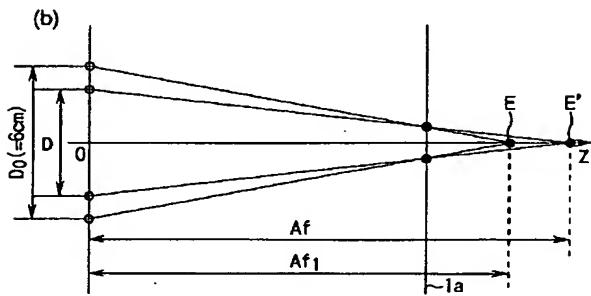
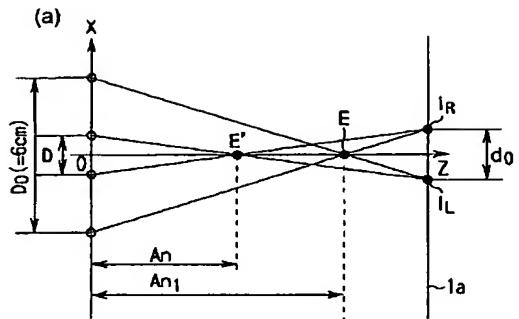
【図10】



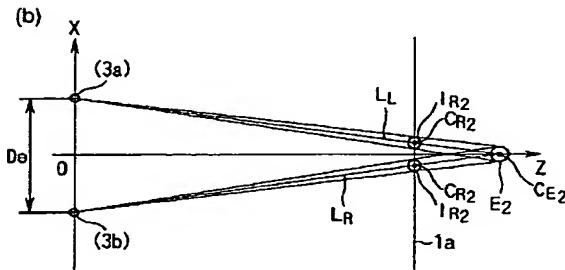
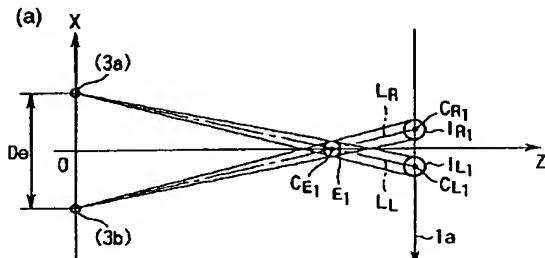
【図12】



【図13】

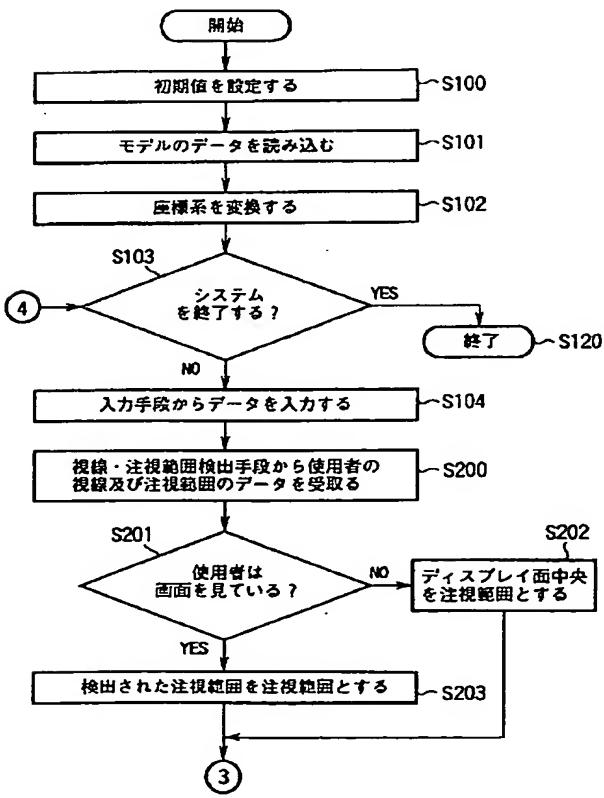
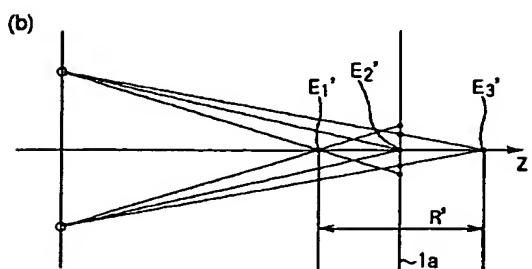
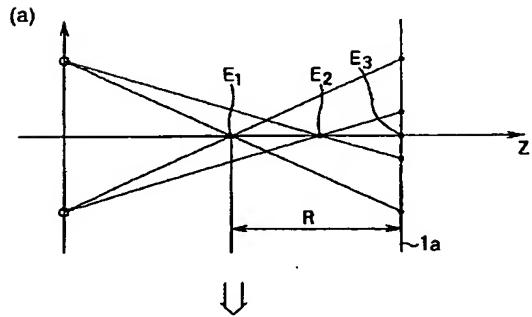


【図14】

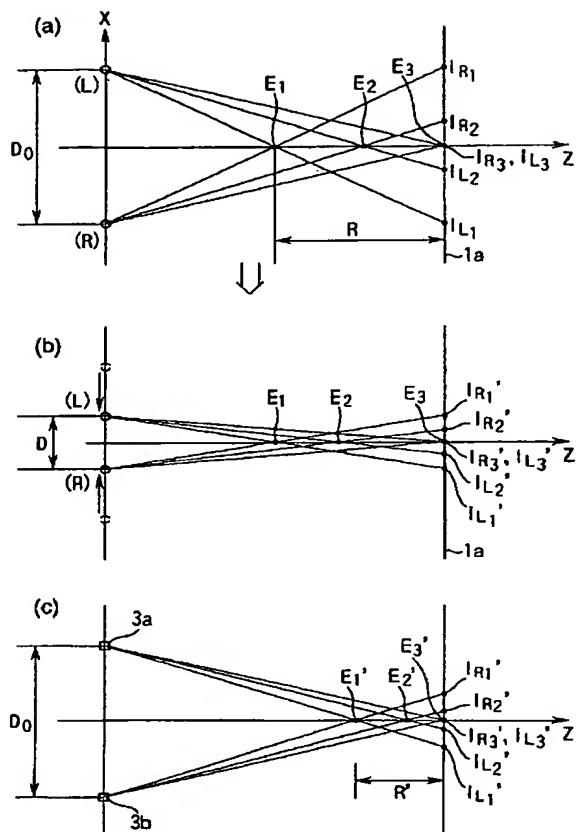


【図18】

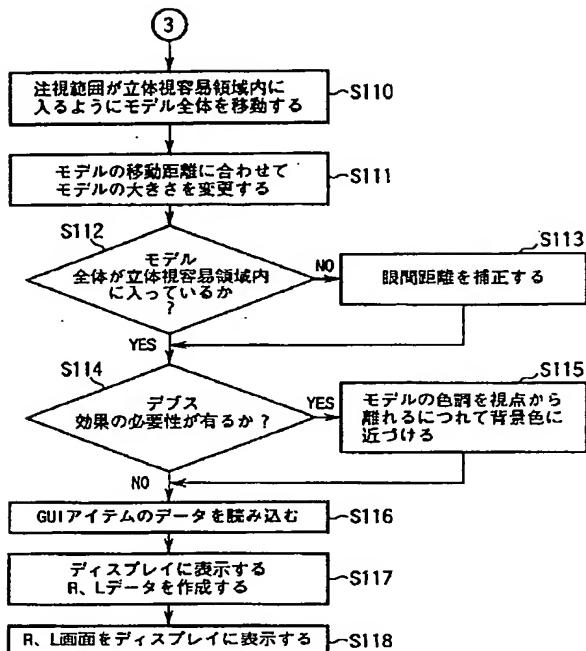
【図16】



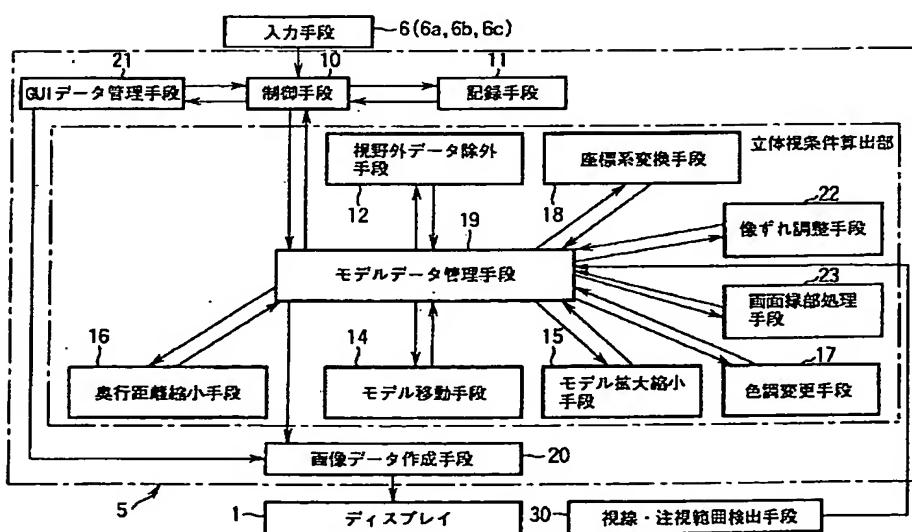
【図15】



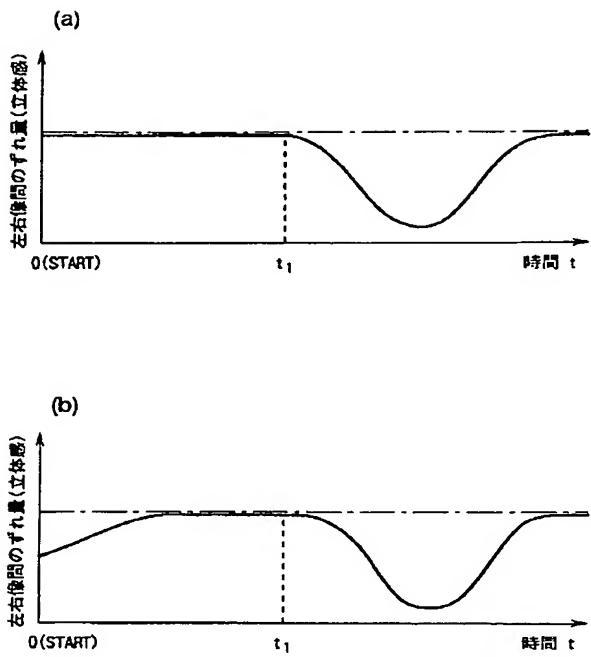
【図19】



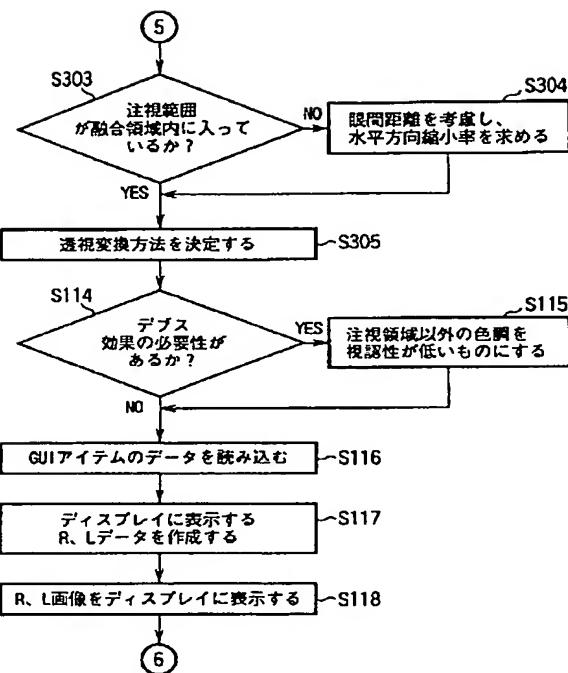
【図17】



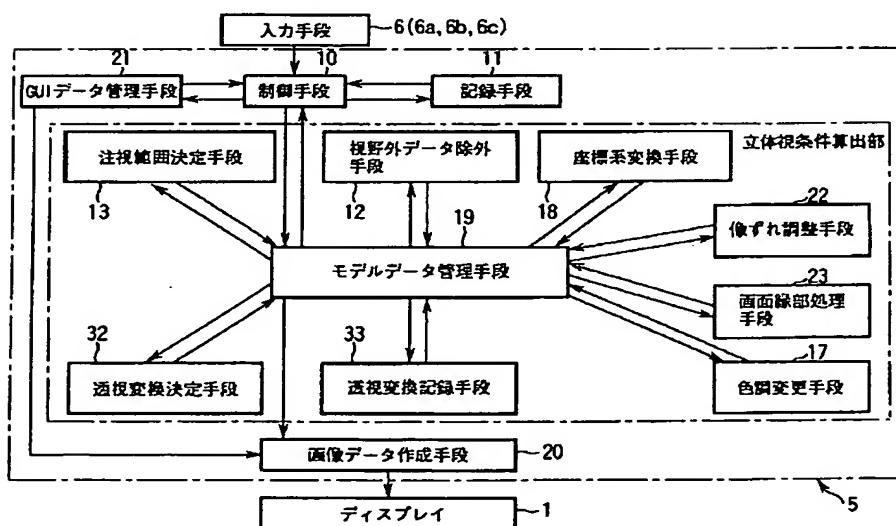
【図20】



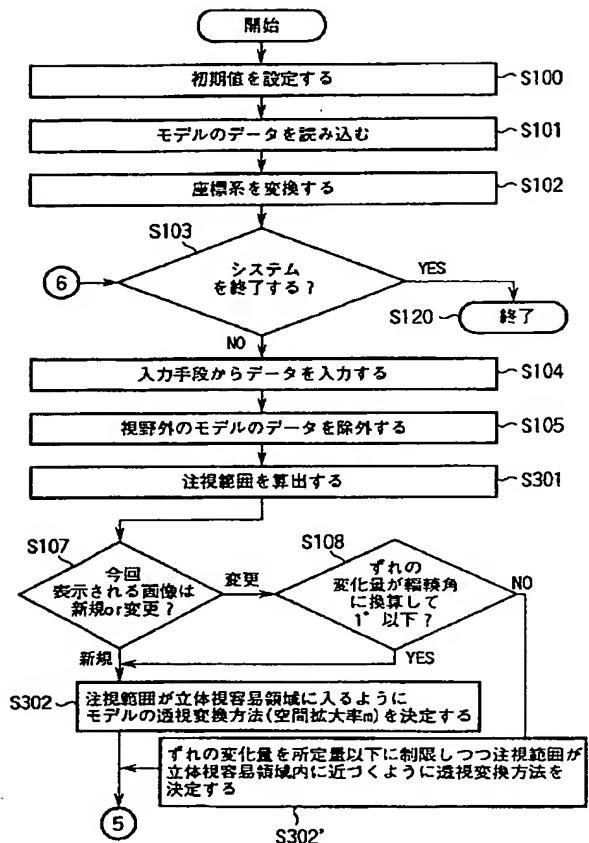
【図23】



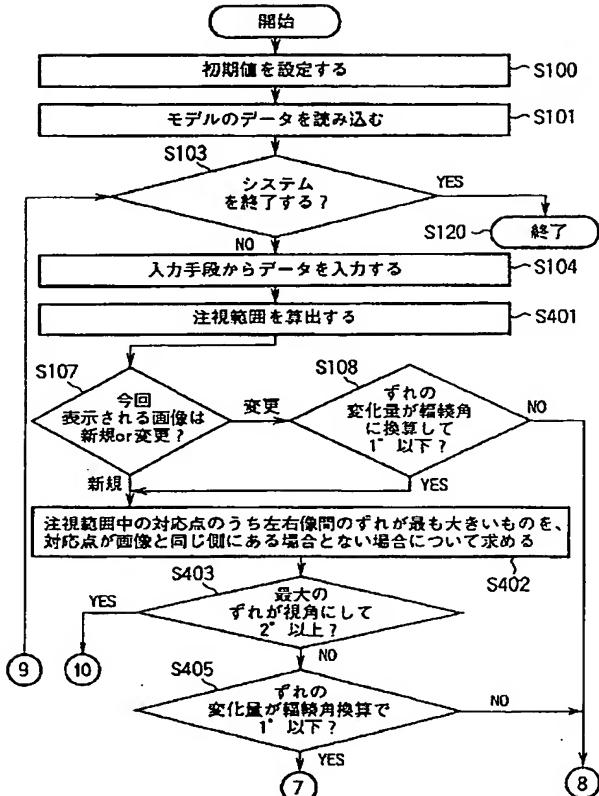
【図21】



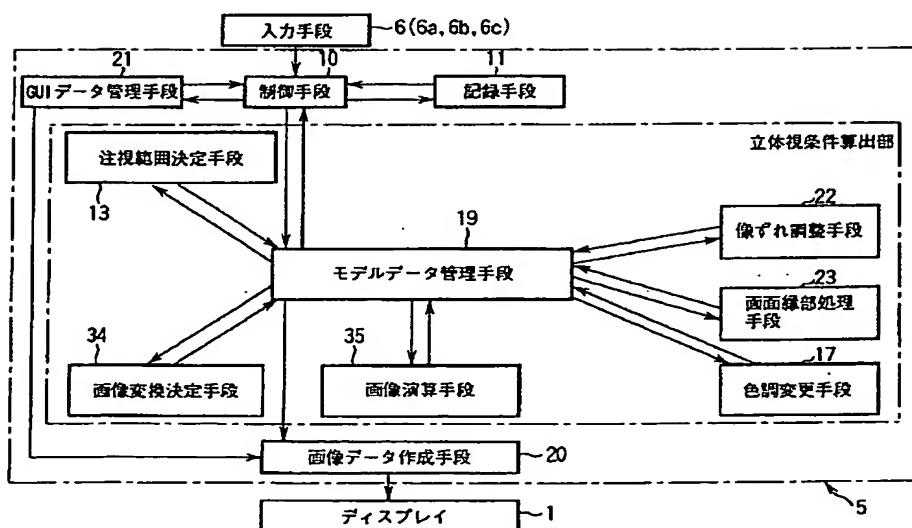
【図22】



【図25】



【図24】



【図26】

